

L'ÉLECTRIFICATION DE LA RÉGION PYRÉNÉENNE

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN DROIT

Soutenue le 14 Mars 1933, à 14 heures

PAR

Gérard JAULERRY

Diplômé de l'Ecole des Sciences Politiques

Diplômé C. P. A.

Président : M. OUALID.

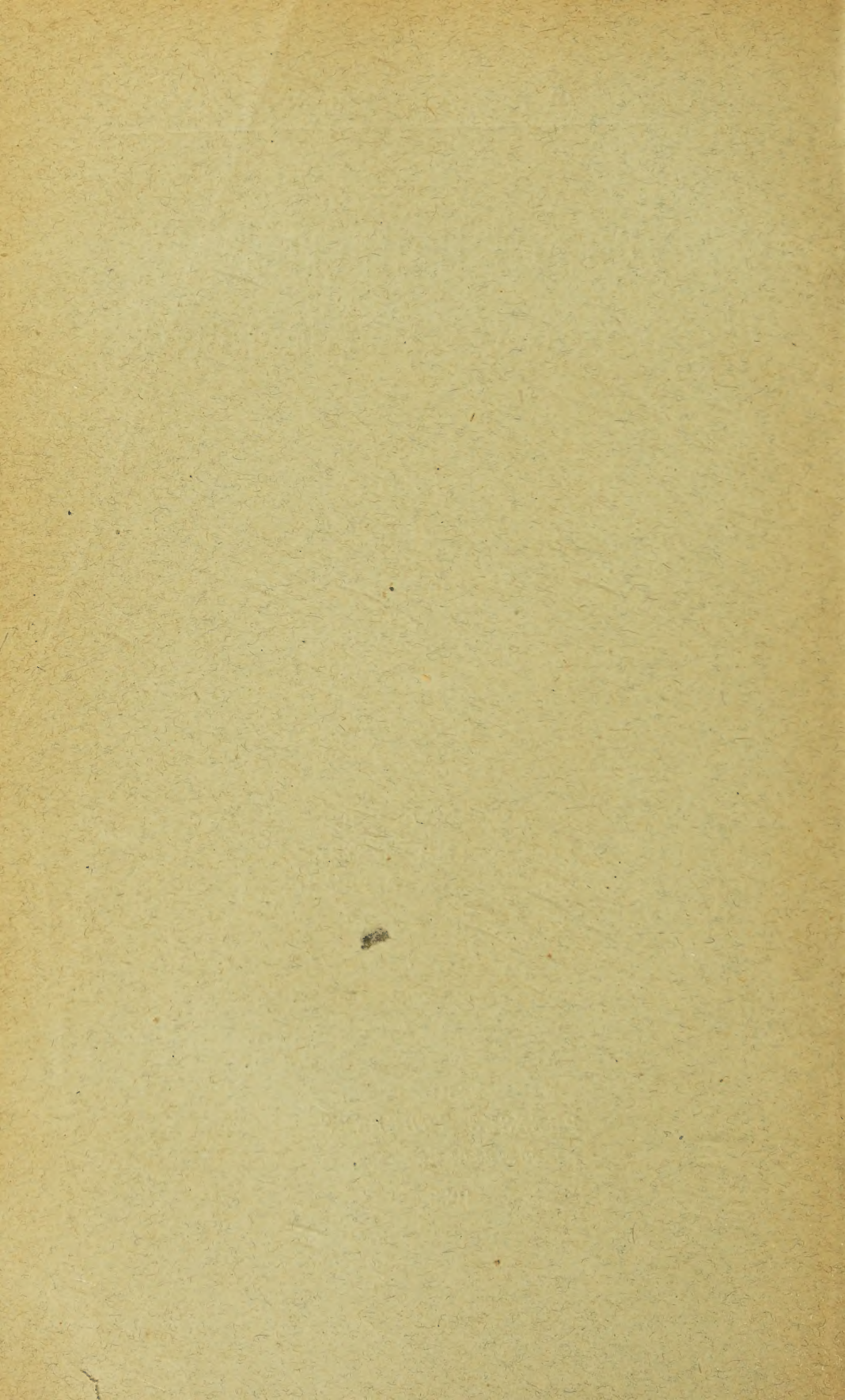
Suffragants { MM. MESTRE.
R. PICARD.

PARIS

PRESSES MODERNES

45, rue de Maubeuge

1933



**L'ÉLECTRIFICATION
DE LA RÉGION PYRÉNÉENNE**



Digitized by the Internet Archive
in 2026

L'ÉLECTRIFICATION DE LA RÉGION PYRÉNÉENNE

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN DROIT

Soutenue le 14 Mars 1933, à 14 heures

PAR

Gérard JAULERRY

Diplômé de l'Ecole des Sciences Politiques
Diplômé C. P. A.

Président : M. OUALID.

Suffragants { MM. MESTRE.
R. PICARD.

PARIS
PRESSES MODERNES

45, rue de Maubeuge

—
1933

La Faculté n'entend donner aucune approbation
ni improbation aux opinions émises dans les
thèses ; ces opinions doivent être considérées
comme propres à leurs auteurs.



L'ÉLECTRIFICATION DE LA RÉGION PYRÉNÉENNE

Qu'était — il y a un siècle — la région pyrénéenne ? « Des forces, des énergies inépuisables autant qu'insoupçonnées se perdaient là depuis le commencement. Les eaux innombrables restaient stériles : leur masse se précipitait inutile, roulant quelques pierres, lavant d'écume les grands rocs nus à pic. L'homme, un jour, enfin, talonné par ses besoins, après avoir si longtemps parcouru ces parages sans rien imaginer d'autre que la nature elle-même s'arrêta devant cette houille blanche intarissable, perdue et résolut d'en tirer parti. Et voici que, captée, canalisée, consommée à son gré, elle engendre sous son œil un agent mystérieux et muet, l'électricité, en sa triple essence, force, lumière, chaleur : toute la vie en un mot ».

C'est en ces termes que M. Joseph de Pesquidoux saluait la découverte de cette nouvelle forme qui devait apporter de véritables bouleversements dans la vie économique de la région pyrénéenne.

Après avoir été longtemps l'une des régions les plus riches de la France, le Sud-Ouest entraît dès le XVIII^e dans une période de décadence qui nous est rapportée par de nombreux écrivains de l'époque.

Les causes de ce retard étaient assez complexes, mais une des plus frappantes était certainement le manque quasi-total de houille et la pauvreté presque complète de certaines matières premières. Pour remédier à cette situation désastreuse en un siècle industriel, il aurait fallu pouvoir importer le combustible, mais, hélas, par suite de l'extrême médiocrité de ses

canaux et de ses voies de communications intérieures, le Sud-Ouest restait en dehors des grands courants commerciaux.

C'est pourquoi l'industrie était demeurée fragmentaire et dispersée. Nées de la nécessité de satisfaire sur place les besoins immédiats de la consommation, ces industries se sont développées dans le cadre de la manufacture qui pendant longtemps a dominé dans la région du Sud-Ouest « Pas de hauts fourneaux, mais des ateliers de constructions mécaniques ; pas de tanneries, mais des fabriques de chaussures ; peu de tissages et de filatures, mais d'innombrables industries de l'habillement, etc... (1) » Sans envergure, la plupart de ces vieilles entreprises régionales devaient s'établir à proximité des matières premières qu'elles employaient et c'est ainsi que naquirent ces industries du bois, de la laine, du papier... qui devaient prendre dans la suite une extension considérable. Mais à cette époque, le Sud-Ouest souffrait d'une atonie industrielle des plus caractérisée, que l'exode des capitaux régionaux vers des placements lointains, semblait rendre définitive.

D'ailleurs ces essais d'industrialisation ne pouvaient modifier le caractère foncièrement agricole de la région. Ce n'est plus d'un retard qu'il convient de parler ici, mais d'un véritable recul par suite d'une productivité réduite dans des propriétés morcelées à l'excès, par suite surtout d'une situation démographique qui ne cessait d'empirer. Doit-on parler d'exode rural ? Certainement, quoique les villes se soient dépeuplées parfois autant que les campagnes ; de dénatalité ? Voilà la loi démographique du Sud-Ouest (2). Toutes les causes habituelles du dépeuplement, qu'est venu corriger en partie l'immigration massive d'italiens, d'espagnols et de portugais, nous les retrouvons toutes aggravées d'un mal spécial au Midi : le fonctionnarisme. Elles ne suffiraient cependant pas pour expliquer cet exode vers d'autres régions plus industrielles et plus commerciales, s'il n'y avait une raison plus profonde : la terre ne payait pas (3).

1) « Sud-Ouest : Une région française » par M. Hubert Lagardelle, 1929.

(2) Voir le livre précité page 23 « Tandis que le coefficient de la natalité française est de 18 naissances pour 1000 habitants, le coefficient de natalité dans le Sud-Ouest ne dépasse guère 14 ou 15 ».

(3) *Ils s'en vont. Pourquoi je ne suis pas resté petit cultivateur*, par M. VIDAL.

Ne doit-on pas incriminer enfin la mentalité de l'élite des habitants trop exclusivement portée vers des préoccupations littéraires, artistiques... et surtout politiques. C'est plus encore l'esprit de conquête économique qui a fait défaut à cette contrée. Elle n'a pas eu le goût des grandes entreprises et les chefs d'industrie, les grands brasseurs d'affaires y ont été rares. Les hommes de grande valeur, n'ayant point sur place l'emploi de leurs facultés émigraient vers des régions fécondées par la houille, si bien qu'on pourrait conclure, comme Dantigny dans son Enquête officielle de 1804 « Il faudrait tirer d'un autre pays les capitaux et les hommes ».

Comment dans un milieu si mal préparé a pu se développer une industrie aussi moderne et aussi révolutionnaire que la houille blanche ? C'est ce que nous verrons dans la 1^{re} partie de cette thèse où nous ferons un inventaire de principales usines hydroélectriques qui ont été construites ou sont en projet dans les Pyrénées.

Pour que la production d'énergie électrique puisse se développer, il fallait lui assurer des débouchés. Notre 2^e partie envisagera donc les questions de la consommation d'électricité dans la région pyrénéenne et en particulier l'électrification des campagnes, l'électrification des chemins de fer du Midi et la création de puissantes industries électrochimiques et électrométallurgiques.

Mais le problème a changé : les Pyrénées produisent plus d'énergie qu'elles n'en peuvent consommer. C'est donc vers le transport de l'énergie que doivent s'orienter aujourd'hui tous les efforts. Mais en cette matière, la région pyrénéenne a pris nettement la tête du progrès et ses initiatives qui méritent d'être données en exemple feront l'objet de notre 3^e partie.

PREMIÈRE PARTIE

LA PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS LA RÉGION PYRÉNÉENNE

Quoique moins bien douées que les Alpes, les Pyrénées possèdent des conditions physiques extrêmement favorables à l'industrie hydro-électrique. Certes les Pyrénées sont moins élevées que les Alpes et leurs cimes les plus hautes ne dépassent guère 3000 m. Mais la montagne tombe brusquement sur des plaines de moins de 300 m. d'altitude. Orientées Sud-Nord la plupart des vallées descendent directement de la montagne vers la plaine avec une déclivité particulièrement raide, avec aussi une irrégularité de profil très caractéristique. Tantôt épanouis dans des bassins lacustres, tantôt comprimés dans d'étroits défilés, l'Ariège, la Garonne, la Neste ou les Gaves, etc., offrent à l'industrie hydro-électrique une foule d'emplacements admirablement appropriés.

Non seulement les Pyrénées ont de la pente, mais elles ont aussi de l'eau. Exposées aux vents du Nord-Ouest et de l'Ouest, elle reçoivent en effet des précipitations atmosphériques considérables qui s'accroissent de l'Est vers l'Ouest, mais, hélas, ces eaux ne se concentrent pas parce que la structure du massif s'y oppose : les vallées, toutes parallèles, conduisent séparément leurs déversoirs vers la plaine et quand elles se rassemblent pour former de puissants collecteurs, il est trop tard : la pente fait défaut. Ainsi lorsque la Garonne re-

çoit l'Ariège, elle n'est plus qu'à 122 m. d'altitude et il lui reste 300 km à parcourir pour atteindre l'Océan. De même l'Adour ne reçoit les Gaves que dans la zone des marais. Aussi le cours moyen et inférieur de ces deux fleuves n'a-t-il qu'une très faible valeur hydraulique.

Quant au régime des rivières pyrénéennes il subit de l'Est à l'Ouest de très sensibles modifications. Les torrents descendus des Pyrénées orientales sont bien pourvus d'eau en hiver, atteignent le maximum de débit au printemps, se trouvent en étiage pendant l'été avec cependant une pointe en automne. Dans les Pyrénées Centrales il existe 2 périodes de hautes eaux la première de mars à fin juillet pendant la fusion des neiges, la seconde du 15 septembre au 15 novembre provoquée par les premières neiges aussitôt fondues et par les pluies qui accompagnent toujours l'équinoxe de septembre. La période d'étiage la plus longue est donc celle d'hiver mais c'est l'étiage d'été qui est le plus important. Enfin les rivières des Pyrénées Occidentales ont trois périodes de hautes eaux : de mars à juin pendant la fusion des neiges, de septembre à fin novembre et une troisième très courte et très nette en plein hiver (janvier ou février). L'étiage se fait surtout sentir pendant l'été.

Parmi les éléments de ce régime, les glaciers sont tous de faible dimension et jouent un rôle presque insignifiant ; ils alimentent cependant la Garonne, la Pique, la Neste et le Gave de Pau et diminuent en longueur et en intensité l'étiage d'été de ces rivières.

Par contre les Pyrénées ont leurs lacs. Situés à forte altitude pour la plupart, 2000 à 2500 m., ils constituent de remarquables réservoirs, de puissants régulateurs de chutes. D'une superficie relativement faible, mais d'une profondeur considérable (jusqu'à 120 m. pour le lac Bleu) ils se répartissent sur presque toute la longueur de la chaîne et sont extrêmement nombreux. Trois massifs sont toutefois particulièrement favorisés : à l'Est le Massif du Carlitte criblé d'une cinquantaine de cavités de toutes dimensions ; au centre, et malheureusement en territoire espagnol, la région du Val d'Aran drainée par la Garonne orientale ; à l'Ouest le massif de Néouvielle qui recèle à lui seul 56 lacs alimentant la Neste, le Gave de Pau et l'Adour. Ces énormes masses d'eau suspendues dans l'intérieur des

hauts massifs constituent autant de réserves de force d'une magnifique valeur qui ont sur les glaciers l'avantage d'être toujours et immédiatement disponibles à n'importe quel moment de l'année et à n'importe quelle heure du jour. Ce sont là, a-t-on dit, « les plus puissants et les plus dociles des régulateurs. A eux seuls ils assurent à la houille blanche des Pyrénées l'avantage sur celle de toutes les autres montagnes françaises ».

Comment s'est réalisé l'aménagement des chutes d'eau pyrénéennes ? Quelle est la situation actuelle de l'industrie hydro-électrique dans les Pyrénées ? Tels sont les deux problèmes que nous étudierons dans la première partie de cette thèse ?

CHAPITRE PREMIER

COMMENT S'EST EFFECTUÉ L'AMÉNAGEMENT DES CHUTES D'EAU DES PYRÉNÉES

Pourquoi donc cette chaîne, où les conditions physiques sont si favorables au développement de l'industrie hydro-électrique, demeurera-t-elle si longtemps improductive de cette force nouvelle qu'elle possédait en abondance, la houille blanche ? La faute en incombe aux conditions économiques nettement défavorables.

Les communications dans ces montages sont malaisées : les vallées pour la plupart transversales se trouvent isolées des vallées voisines par de véritables murailles et chaque vallée, coupée de défilés qui se prêtent si bien à l'aménagement hydraulique, présente de tels obstacles que la route et surtout la voie ferrée n'y pénètrent que très difficilement : les hautes vallées pyrénéennes se trouvaient donc et se trouvent encore souvent fort mal desservies.

Un obstacle plus grave encore tenait à l'état économique de la région : pas de centres industriels qui puissent provoquer un appel de force motrice. Bordeaux était déjà trop éloigné et Toulouse semblait vouloir rester en dehors du mouvement d'industrialisation général. A la lisière des montagnes aucune ville n'atteignait 40.000 habitants, et les hautes vallées ne renfermaient que de petites villes n'ayant aucun caractère industriel : seule une petite industrie traditionnelle et disséminée y était florissante,

Enfin il faut incriminer le tempérament particulariste et profondément traditionaliste des populations qui habitaient ces vallées fermées et peu sensibles aux influences extérieures : ceci explique parfaitement la résistance passive que durent vaincre les pionniers de la houille blanche.

Tels étaient les conditions économiques à la veille de la guerre. Nous allons voir les conséquences qu'elles eurent sur l'aménagement des chutes pyrénéennes.

SECTION I. — Avant la guerre

I. — Premières usines hydrauliques.

En 1914 la région pyrénéenne se trouvait très en retard sur les Alpes pour l'exploitation de ses richesses en houille blanche. Les Pyrénées avaient cependant un passé et des traditions qui semblaient devoir favoriser l'utilisation rapide des ressources hydrauliques.

Un travail très important dressé en 1890 par le Service de l'Hydraulique montrait déjà que les usines hydrauliques existant dans les six départements pyrénéens (Ariège, Aude, Haute-Garonne, Basses-Pyrénées, Hautes-Pyrénées, Pyrénées Orientales) représentaient une puissance totale de 93.400 cv. répartie dans 5728 usines. Par contre les machines à vapeur avaient une puissance totale de 16.200 cv. seulement (1). De tous temps les torrents de la montagne avaient donc prêté leur force motrice aux petites industries indigènes : minoteries, scieries, papeteries, forges, etc... C'est d'une de ces papeteries ariégeoises que sortit Aristide Bergès (2) qui baptisa l'énergie hydraulique du nom de houille blanche et créa la première chute haute, dès 1869, à Lancey dans le Dauphiné. C'est un autre pyrénéen, Marcel Deprez, qui inventa le transport de force qu'il réalisa aussi dans les Alpes, entre Vizille et Grenoble.

Cependant, lorsqu'on sut se servir de l'énergie des eaux pour

(1) Pour l'ensemble de la France la puissance des moteurs hydrauliques était de 1.028.000 cv. mais la puissance des machines à vapeur atteignait aussi plus d'un million de cv.

(2) Aristide BERGES naquit le 4 septembre 1833 à Lorp, commune de Sentaraille, Ariège

actionner des dynamos et produire de la lumière, les Pyrénées n'étaient pas restées inactives : n'est-ce pas Toulouse qui, dès 1888, fut la première grande ville française à s'éclairer au moyen d'une chute d'eau ? Encore avait-elle été précédée par plusieurs petites villes pyrénéennes comme : Aix en Olhe (Aude) 1885, Oloron, Grenade, Argelès 1887.

Bien que le premier Congrès de la Houille blanche tenu à Grenoble en 1902 soit muet sur les installations pyrénéennes, la Société Méridionale de transport de force avait inauguré en 1901 la centrale de *Saint-Georges* sur l'Aude, qui était l'une des premières centrales de distribution aménagées en France. D'innombrables petites usines furent ainsi créées mettant en honneur l'emploi des dynamos : beaucoup de petits industriels adoptèrent l'outillage électrique pour accroître le rendement de leurs turbines ; d'autres aménagèrent un peu partout de petites chutes pour l'éclairage des villes, si bien qu'une statistique empruntée à l'Industrie électrique nous montre qu'au 1^{er} janvier 1905, 202 communes pyrénéennes possédaient déjà une distribution d'énergie électrique.

Quelques promoteurs qu'aient pu être les débuts de l'électrification, lorsqu'il s'est agi de franchir la phase des petites usines et de passer aux grands aménagements, on vit jouer les fâcheuses conditions économiques dont nous avons parlé. Les progrès se ralentirent, et, si nous consultons les « Documents sur Toulouse et sa région » publiées en 1910 par M. Juppont, nous voyons que seules existaient encore de petites ou moyennes sociétés productrices et distributrices qui exploitaient de petites usines tantôt hydrauliques, tantôt thermiques. Parmi les plus importantes nous citerons :

— LA SOCIÉTÉ HYDROÉLECTRIQUE ROUSSILLONNAISE qui, dès 1901, éclairait Perpignan et ses environs grâce à son usine de *Vinca* sur la Tet (550 kw.) et une vieille usine thermique.

— L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE, fondée par M. François Ecoiffier, qui exploitait deux usines : l'une sur la Tet, l'autre sur la *Fuilla*. Leur 700 kw. assuraient la distribution dans la région de Thuir, Ponteille, Montesco, Villeneuve et Rivesaltes. Une usine thermique de 500 kw. servait d'usine de secours.

— LA SOCIÉTÉ MÉRIDIONALE DE TRANSPORT DE FORCE, fondée par M. Joachin Estrade, qui outre l'usine de *St-Georges* (2930 kw.)

exploitait deux usines thermiques de secours à Narbonne et à Carcassonne. Le réseau de distribution, le premier de France, comprenait, en 1909, 400 km. de câble à haute tension et desservait, sans compter Narbonne et Carcassonne, 180 communes et 160.000 habitants.

— LA SOCIÉTÉ PYRÉNÉENNE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE qui exploitait l'usine d'*Orlu* alimentée par les eaux de l'Ariège et des lacs d'Enbeys et de Naguilhes. Avec 5320 kw. elle fut longtemps l'une des plus puissantes usines des Pyrénées. La Société Pyrénéenne, qui possédait aussi trois usines sur le Tarn, était concessionnaire de 87 communes représentant 335.327 habitants dans les départements de l'Ariège, de la Haute-Garonne, du Gers, du Tarn et de l'Aveyron.

— LA SOCIÉTÉ TOULOUSAINE D'ÉLECTRICITÉ, fondée par M. du Chateau et devenue depuis la Société Toulousaine du Bazacle, qui construisit l'usine du *Bazacle* pour éclairer la ville de Toulouse.

— LA SOCIÉTÉ LUCHONNAISE D'ÉCLAIRAGE AU GAZ ET A L'ÉLECTRICITÉ devenue depuis la SOCIÉTÉ GAZ ET ÉLECTRICITÉ DES PYRÉNÉES, dont la petite usine n'était utilisée que pendant les mois d'été et presque inemployée pendant l'hiver.

— LA SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DU LAC BLEU, fondée en 1905 dans le but d'aménager plusieurs chutes aux environs de Bagnères-de-Bigorre.

— LA SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE DES PYRÉNÉES qui desservait Pau, Morlaas, Lons, etc.. grâce à quatre petites usines situées sur le Gave de Pau (*Bizanos*, *Billères*, *Nay*, *Claracq-Nay* : 600 kw.) et son usine thermique de *Bizanos* : 600 kw.

A ces diverses sociétés distributrices il convient d'ajouter les Sociétés qui ont aménagé des chutes d'eau en vue de production électrochimiques et électrométallurgiques :

— LA SOCIÉTÉ DES USINES HYDROÉLECTRIQUES DES HAUTES-PYRÉNÉES qui avait construit l'usine d'*Isaby* pour fournir du courant à la Société électrométallurgique de Villelongue.

— LA SOCIÉTÉ DES PRODUITS ÉLECTROCHIMIQUES DES PYRÉNÉES qui possédait l'usine d'*Auzat* (5850 kw.) employée à la fabrication de l'aluminium et des explosifs.

— LA SOCIÉTÉ HYDROÉLECTRIQUE DES PYRÉNÉES qui avait créé au *Castelet* l'une des premières fabriques de carbure de calcium

installées en France, à l'aide d'une chute sur l'Ariège donnant 1100 kw.

— LA SOCIÉTÉ ANONYME MÉTALLURGIQUE DE L'ARIÈGE qui possédait des hauts fourneaux à Tarascon, alimentés en énergie par son usine de *Las Rives* située sur l'Ariège.

Notons que la COMPAGNIE DES CHEMINS DU MIDI, dont le rôle deviendra considérable dans l'aménagement des chutes d'eau pyrénéennes, avait déjà créé à *La Cassagne* sa première usine, et, après les essais concluants de son usine de *Fontpédrouse*, décidait d'entreprendre ses aménagements de *Soulom* et d'*Eget*.

Il serait fastidieux de passer en revue toutes les petites installations hydrauliques créées par les particuliers pour leurs propres entreprises car la puissance de toute cette poussière d'usines est infime. Dans son rapport présenté à l'Exposition universelle de Bruxelles, en 1910, le Secrétaire Général de la Chambre Syndicale des Forces Hydrauliques, M. Pinot, estimait que la puissance totale aménagée dans les Pyrénées ne dépassait pas 55.000 kw., les usines en construction devaient atteindre 40.000, enfin 34.000 kw. étaient encore en projet. Quel retard sur les Alpes où 473.000 kw. étaient déjà aménagés, 80.000 en construction et 60.000 en projet. L'utilisation de cette force n'est pas moins éloquente : l'éclairage employait 35 000 kw. dans les Pyrénées, 195.000 dans les Alpes, l'électrométallurgie 10.000 dans les Pyrénées, 210.000 dans les Alpes, l'électrochimie 10.000 dans les Pyrénées, 60.000 dans les Alpes.

II. — La répartition géographique des usines pyrénéennes.

Quand on étudie la naissance de ces industries nouvelles dans les Pyrénées, on est frappé par le fait que l'industrie hydroélectrique connut son moindre développement dans la région physiquement la mieux douée, le centre, alors que l'ouest et surtout l'est, où la nature se prêtait moins aux aménagements, enregistraient les progrès les plus rapides. Ainsi que le fait très justement remarquer M. Raoul Blanchard dans son étude sur « Les forces hydro-électriques pendant la guerre », la faute en retombe sur les conditions économiques, qui, beaucoup plus favorables aux extrémités de la chaîne qu'au centre,

ont eu une influence prépondérante dans l'aménagement des chutes. Pour en juger, plaçons-nous en 1914.

L'Est *Pyrénéen*, qui s'étend de la Méditerranée au massif du Carlitte, est défavorisé par la rareté des pluies, l'absence de glaciers et par conséquent par l'inégalité des cours d'eau. Il est vrai que la région bénéficie des eaux des lacs du Carlitte mais l'élément le plus actif de l'aménagement fut la demande pressante d'électricité des plaines riches et peuplées du Roussillon, de l'Aude et du Bas-Languedoc. Des facilités de communication et d'aménagement assurèrent la création de trois groupes hydroélectriques :

— le groupe peu important du Tech, qui, en dehors d'installations minuscules de moins de 100 kw. (3) ne comprenait que deux petites usines faisant ensemble 700 kw ;

— le groupe de la Ter, qui, régularisé par le lac des Bouillouses (13.000.000 m³) assure le fonctionnement de 4 usines : *La Cassagne*, 2150 kw. ; *Fontpédrouse*, 1730 kw. ; *Villefranche*, 870 kw. ; *Vinça*, 550 kw. ; soit 4800 kw. ;

— le groupe de l'Aude, rivière plus abondante et favorisée par ses conditions de pente, ne comptait encore que l'usine de *Saint-Georges* (2930 kw.) mais les travaux de l'usine de *Gesse* (5070 kw.) étaient commencés et furent terminés en 1916 : soit 8000 kw.

N'est-il pas juste en outre de considérer le bassin de l'Ariège comme faisant partie de l'Est pyrénéen ? De par ses aptitudes physiques, de par les aptitudes économiques des régions desservies un tel rapprochement est en tous points légitimes. Dans cette région, la plus industrialisée des Pyrénées, où la force hydraulique était depuis longtemps utilisée par une foule de petites usines, la houille blanche devait faire des conquêtes rapides et considérables. Parmi la chaîne d'usines qui se créèrent le long de l'Ariège et de son affluent le Vicdessos, citons les usines de l'*Hospitalet* (220 kw.), *Orlu* (5520 kw.), *Castelet* (1100 kw.), *Urs* (430 kw.), *Lassuz* (300 kw.), les forges de *Gudane* (440 kw.), *Mercus* (2860 kw.), *Saint-Antoine* (1100 kw.),

(3) Il n'est tenu compte ici que des usines ayant plus de 200 kw. de puissance normale disponible.

Crampagna, Las Rives, Bonac (1980 kw.), enfin sur le Viedessos : *Bassies* (880 kw.) et surtout *Auzat* (5860 kw.).

Le bassin de l'Ariège produisait donc 20.690 kw., qui joints aux 13.300 kw. des rivières orientales assuraient près de 35.000 kw. à l'Est des Pyrénées, soit 42,5 % du total d'avant guerre, alors qu'il ne s'agissait que du tiers de la chaîne de beaucoup le moins doué et le moins propice aux aménagements hydrauliques. Il y avait donc là un véritable déséquilibre.

LE CENTRE de la chaîne, de l'Ariège aux Gaves, est la région la mieux douée des Pyrénées, la plus élevée, la mieux pourvue de pentes, la seule possédant des glaciers. Et pourtant l'aménagement y était peu avancé.

LE SALAT, qui par son voisinage bénéficiait de l'activité économique du pays ariégeois, fut rapidement utilisé par des installations nombreuses mais fort modestes. Citons les usines de *Lacourt* et de *Salau* des papeteries Job (880 kw.), l'usine à sel de *Salies* (920 kw.), celles des papeteries *Lacroix* (320 et 340 kw.) soit près de 5000 kw. au total.

Quant à la GARONNE et ses affluents supérieurs, ils restaient presque complètement inutilisés malgré les ressources considérables dues aux glaciers de la Maladetta, aux lacs du Val d'Aran, etc... C'est là un des faits les plus curieux que présente l'aménagement des Pyrénées. A part l'usine de la *Pica-dère* sur l'One (2030 kw.) et les deux usines insignifiantes d'*Arrens* et d'*Eup* on ne peut citer que des usines situées dans les petites Pyrénées ; *Labarthe-Inard*, *Saint-Martory*, *Mancious* produisant 2000 kw. au total. Soit le total ridiculement faible de 4100 kw. pour tout le bassin de la Garonne.

LA NESTE, malgré des conditions exceptionnellement favorables, n'alimentait encore que l'usine électrochimique de *Beyrède* (5000 kw.), l'usine de *Hèches* (730 kw.) l'usine de *Graviers* (210 kw.) soit 6000 kw. Il semblait à cette époque que les eaux de ce bassin serviraient à des usages agricoles et, dès 1885, on avait aménagé les lacs du Néouvielle en réservoirs régulateurs ; nous reparlerons du parti qu'on a pu tirer de ces travaux.

Enfin le groupe des vallées tributaires de l'Adour étaient encore délaissées : la vallée d'Aspe n'avait qu'une usine qui ne

fut pas minuscule, celle des *Forges d'Abel* (1320 kw.) utilisée pour les travaux du Somport. La belle vallée d'Ossau, la plus belle de toutes, possédait deux usines près d'Arudy (810 kw.) trois petites installations à Oloron et deux autres de 600 kw. dans le Haut Adour. Seul le Gave de Pau actionnait quelques usines : *Pont de la Reine* et *Galypso* destinées aux tramways de Luz et de Caunterets, *Arras*, *Arrens*, *Villelongue* (2280 kw.) et de nombreux établissements de peu d'importance entre Lourdes et Mirepeix. Mais la Compagnie du Midi achevait de construire sa grande usine de *Soulom* (15.450 kw.) destinée à l'électrification de son réseau. Grâce à cette installation le Gave de Pau fournissait 21.750 kw. et le Centre de la chaîne 40.000 kw., soit 50,6 % de la production pyrénéenne. C'était évidemment infime si on compare ces chiffres aux possibilités d'une région aussi bien douée.

L'OUEST PYRÉNÉEN, qui s'étend du Pic d'Anie à la Bidassoa, est peu élevé, pauvre en lacs et en neige. Malgré l'abondance des débits due au voisinage de l'Atlantique, malgré le profil accentué des talwegs, cette région est donc moins favorisée que le centre des Pyrénées au point de vue des facteurs physiques. Par contre elle est peuplée et active : une foule de petites industries empruntaient déjà leur force motrice aux cours d'eau. C'était donc un terrain admirablement préparé pour le développement de l'industrie hydro-électrique. D'autre part les stations balnéaires de la Côte Basque, Biarritz, Guéthary, Saint-Jean de Luz, Hendaye consommaient de grosses quantités d'électricité pour leur éclairage, tandis que les usines du Boucau et les installations du port de Bayonne avaient besoin d'une force motrice importante.

Les facteurs économiques étaient donc favorables et ont poussé à l'aménagement des cours d'eau de la région malgré leur médiocre puissance. Sur le Saison l'usine de *Licq-Athery* donnait 2370 kw. destinés aux usines du Boucau. L'usine de *Charitte* et celle de *Sorde* sur le Gave d'Oloron fournissaient 550 kw. Sur la Nive des Aldudes l'usine de *Banca* avait une puissance de 1.380 kw. et celle d'*Itaxsou* 200. Enfin le Gave de Pau assurait 710 kw. aux papeteries d'*Orthez* et à l'usine de *Puyoo*. Le total atteint, 5080 kw., était faible mais présentait une certaine importance par rapport aux

conditions physiques défavorables et aux faibles quantités d'énergie disponibles. Nous voyons donc que les circonstances économiques eurent une influence prépondérante sur l'électrification des Pyrénées et qu'elles sont en grande partie responsables du faible aménagement que nous venons de décrire brièvement.

SECTION II. — Pendant la guerre

I. — Utilisation des anciennes usines.

Les traits par lesquels nous avons défini l'aménagement des chutes d'eau pyrénéennes laissent deviner que cette nouvelle industrie était particulièrement mal placée pour servir à la défense nationale : une foule de petites usines occupées à éclairer les vallées voisines, quelques grosses usines, de fort rares établissements électrochimiques ou électrométallurgiques : *Castelet*, *Auzat*, dans l'Ariège, *Beyrède* sur la Neste, *Villelongue* sur le Gave d'Isaby... et c'est tout.

Le premier but à atteindre fut donc de faire servir les usines existantes aux besoins de la défense nationale. On chercha donc à faire dériver sur les fabrications de guerre toute l'énergie qui n'était pas strictement nécessaire aux anciennes industries, à la traction. A l'ouest, *Banca*, *Licq-Athèrey* (à peine terminée) envoyèrent leurs excédents aux usines du Boucau et de Bayonne. Au Centre les *Forges d'Abel* alimentèrent l'usine à munition d'Eygun. *Soulom* desservit les usines de la Société Norvégienne de l'Azote. *Peyrouse*, *Arras* et *Mont-Gaillard*, l'arsenal de Tarbes. *La Picadère* alimenta une fabrique de carbure de calcium, de même *Roquefort* pour l'établissement de Mancieux. *Beyrède* traita du chlorate de soude à la place du silicomanganèse. *Hèches* transforma sa papeterie en fabrique de fonte synthétique, etc...

II. — Création de nouvelles usines.

Mais les besoins étaient tellement grands que l'adaptation des anciennes usines, l'achèvement de celles qui étaient en construction ne pouvaient suffire. Il fallut donc créer de nou-

velles usines, mais selon une caractéristique des réalisations de cette époque on décida de voir grand. Pour cela il était naturel qu'on pensât à ces vallées si bien douées du centre de la chaîne. Le délaissement que nous avons déploré avait maintenant pour contrepartie favorable que les constructeurs ne seraient pas gênés par ce foisonnement, cette exubérance d'exploitations que d'autres régions devaient à leur précocité. C'est ainsi que l'Est et l'Ouest, dont les chutes les plus favorables avaient été déjà captées, ne furent pour ainsi dire pas touchés par ce mouvement d'aménagement.

A L'OUEST, nous ne voyons que deux nouvelles usines sur le Gave de Pau : la minoterie d'*Orthez* 1400 kw. (non terminée en 1918) et l'usine d'*Orthez-Castetarbe* (810 kw.) de l'Energie Industrielle.

A L'EST, l'Ariège vit s'achever la petite usine de *Foir* (330 kw.) et la mise en train des deux usines de *Benagues-Guilhot* (3000 kw.) qui devaient desservir les établissements métallurgiques de Pamiers. Dans le bassin du Sègre on commença l'aménagement du ruisseau de Font-Vive dont la chute sur Porté (600 mètres) devait fournir 2500 kw. Enfin l'Aude vit terminer, sur le Rebenty, la petite usine de *Joucou* et surtout aménager celle d'*Escouloubre*, la seule nouvelle usine de l'Est qui fut puissante (3800 kw.). L'ensemble de ces aménagements est donc médiocre.

LA RÉGION DU CENTRE rattrapa le retard qu'elle avait sur les extrémités de la chaîne, mais on peut remarquer ce phénomène curieux que les aménagements se cantonnèrent dans trois vallées seulement : celles de la Pique, de la Neste et du Gave de Pau, alors que les progrès étaient faibles dans les bassins du Salat, de la Garonne et de l'Adour, et nuls dans les vallées d'Aspe et d'Ossau. Il peut paraître extraordinaire que les 2 vallées peut-être les mieux douées des Pyrénées aient été délaissées, mais ceci nous montre combien il était difficile de vaincre la résistance due aux conditions économiques défavorables.

Le long du Salat l'abondance des petites usines ne permit que l'installation de l'usine d'*Arrout* (800 kw.) et de l'usine des papeteries de *Mazens* (200 kw.) La Garonne, par suite de difficultés internationales, ne put être utilisée que dans la région de Saint-Gaudens : agrandissement de l'usine à carbure

de *Mancioux*, mise en construction des usines de *Valentine* et de *Saint-Gaudens* (1200 kw.) L'Adour voyait enfin une usine importante s'installer sur son cours supérieur à *Gripp* (1900 kw.).

Heureusement que dans les trois vallées du Centre les aménagements avaient une toute autre importance :

— La vallée du Gave de Pau vit se construire une seule usine mais la plus puissante des Pyrénées, *Luz* (16.000 kw.) qui par sa hauteur de chute moyenne et son gros débit pourrait être qualifiée de chute alpine ;

— La vallée de la Pique reçut un aménagement d'ensemble afin de tirer parti de toutes les dispositions naturelles favorables. En amont de Luchon deux usines furent créées sur la Pique pour utiliser sous de grandes hauteurs de chute les eaux de fusion de la neige et des glaciers des hautes vallées : ce sont l'usine de la *Pique Supérieure* (4250 kw.) et l'usine de la *Pique Inférieure* (3050 kw.). Sur l'One fut créée *L'Usine d'Oo* (5860 kw.) alimentée par l'afflux du lac d'Oo amené par un canal souterrain au-dessus d'une chute de 800 m. Cette usine servira de régulatrice par rapport aux deux premières et, pendant les mois d'étiage, assurera une puissance constante de 9 à 10.000 kw. : qualité très appréciée en électrochimie. Cette force devait être, en effet, employée à Marignac dans des établissements électrochimiques ;

— Le bassin de la Neste bénéficiait depuis 1883 de travaux effectués par le Ministère de l'Agriculture pour transformer les lacs du Néouvielle en régulateurs de la Neste qui devait par le canal de Sarrancolin irriguer les plaines de l'Armagnac. L'expérience ayant montré que cette régularisation avait eu les plus heureux effets sur les débits de l'usine de Beyrède, la construction de quatre usines fut décidée.

SUR LA NESTE D'AURE, la plus abondante et la mieux servie par les lacs, la Compagnie du Midi créa l'usine d'*Eget* qui avec une puissance permanente de 9400 kw. peut se permettre des pointes de 20.000 kw. Les eaux issues de l'usine d'Eget sont ensuite utilisées par l'usine de *Saint-Lary* (10.450 kw.) construite par la Société de Penarroya. Nous avons ici un exemple très curieux d'une usine du type pyrénéen suivie d'usine du type alpin qui bénéficie des remarquables qualités de sa devancière.

LA NESTE DE LOURON, qui profite de la régularisation des lacs de Caillouas et de Pouchergues ainsi que d'une déclivité considérable, reçut deux usines installées par le Service des Poudres pour alimenter la grande poudrière de Lannemezan : l'usine de *Loudenvielle* (4500 kw.) en amont et l'usine de *Bor-deres* (4950 kw.) rééditant avec une puissance moindre l'exemple cité plus haut.

Grâce à ces aménagements le Centre des Pyrénées prit la place qu'il méritait par ses aptitudes : désormais il fournit 77 % de la puissance installée. Le déséquilibre que nous avons constaté est en voie de disparition. L'effort accompli pendant la guerre et surtout à la fin de la guerre, eut aussi pour résultat de faire passer la puissance aménagée dans les Pyrénées de 79.440 kw. à 135.700 kw. et de faire naître une foule de projets qui ne purent être exécutés avant l'armistice.

Les réalisations de la guerre présentent un intérêt considérable, car elles prouvent les progrès techniques réalisés par l'industrie hydro-électrique dans l'emploi d'une formule nouvelle d'aménagement de chutes, formule qu'on a baptisé de pyrénéenne parce qu'elle cadre parfaitement avec les aptitudes de la chaîne : grande déclivité des hautes vallées, abondance de lacs de haute altitude. Ce mode d'aménagement, qui n'avait encore été essayé que sur la Tête et à Orlu, fut appliqué à *Eget*, au lac d'*Oo*, etc... et servira dans la suite pour *Artouste*, *Caillaouas* et bien d'autres ; car l'utilisation des lacs susceptibles soit de régulariser le débit de l'émissaire, soit de tenir le rôle de régulateurs thermiques (lac d'*Oo*) résoud le problème de la permanence des forces qui inquiète tant les installations alpines. C'est donc un progrès incontestable et tout à fait dans les sens de la nature pyrénéenne.

Enfin, les nouveaux aménagements ont eu pour but d'employer cette force à la traction sur les voies ferrées du Midi, aux besoins des industries de la bordure de la chaîne (Bayonne, Le Boucau, Tarbes, Lannemezan, Pamiers) aux besoins d'éclairage et de force motrice des villes de tout l'avant-pays. Ceci a une importance considérable, car le mur d'isolement derrière lequel se cachaient les vallées pyrénéennes s'effrite peu à peu si bien que les Pyrénées s'ouvrent désormais aux influences extérieures. Nous pouvons espérer que seront enfin vaincues

les difficultés économiques qui jusqu'alors avaient retardé non seulement l'équipement des chutes d'eau mais l'industrialisation et le développement économique de toute la région.

SECTION III. — Depuis la guerre

L'impulsion donnée par la guerre à l'aménagement des chutes d'eau s'amplifia sous la poussée d'un courant d'opinion qui naquit à la suite de la crise du charbon dont souffrait tout le pays. La houille blanche devint l'une des grandes espérances de la France d'après guerre, le moyen d'affranchir notre pays de la servitude étrangère : politique du blé, politique de la houille blanche. Faire que la France produise elle-même son pain et son charbon et devienne ainsi maîtresse de sa destinée, telle fut la doctrine officielle adoptée avec enthousiasme par l'opinion publique tout entière.

Il ne fallait cependant pas que ce mouvement tombât dans l'anarchie. Or il faut bien reconnaître que jusqu'ici la production de la force hydraulique s'était faite d'une façon par trop chaotique et que les aménagements avaient été réalisés sans souci de leurs conséquences économiques, parfois aussi de leurs conséquences financières. L'Etat fut ainsi amené à organiser la production de la houille blanche. Cette période qui suivit la guerre se caractérise donc par l'effort que fit l'Etat pour donner à la houille blanche une législation appropriée à ses besoins et pour coordonner l'activité des Sociétés privées en créant une réglementation, sévère certes, mais destinée à favoriser un aménagement plus complet des chutes d'eau.

I. — La législation des chutes d'eau.

Devant les obstacles que les « barreurs de chutes » mettaient à l'aménagement des chutes et la nécessité d'utiliser au mieux nos ressources en houille blanche, il apparut nécessaire dès le début de la guerre de réagir contre la législation trop libérale des autorisations alors en vigueur. Le décret du 25 octobre 1914 accorda une concession pour l'aménagement de la chute de Beaumont-Monteux, comme l'avait déjà fait la loi du 8 juillet pour la chute de Jonage sur le Rhône. Cette conception d'amé-

nagement de chutes travail public en soi s'étendant peu à peu, une quinzaine de concessions furent accordées, sans distinction de la nature juridique des cours d'eau, donnant au concessionnaire le droit d'invoquer certaines prérogatives du droit public auxquelles le permissionnaire ne pouvait prétendre : les servitudes d'utilité publique, l'expropriation... etc.

Les esprits étaient ainsi préparés à la véritable révolution qu'allait provoquer le vote de la loi du 16 octobre 1919, issue du courant d'idées étatistes qui s'étaient fait jour pendant la guerre. La loi décide, en effet, que « Nul ne peut disposer de l'énergie des marées, des lacs et des cours d'eau quel que soit leur classement sans une concession ou une permission de l'Etat ». Si le régime de la permission est maintenue et fixé à 75 ans pour les petites usines de moins de 150 kw. (ou dans certains cas moins de 500 kw.) le régime normal devient la concession. Cette concession, qui accorde de grandes facilités pour les travaux de construction devenus travaux publics (Arrêt Sigalas du 22 juin 1928), oblige le concessionnaire à l'exploiter selon un cahier de charges relatif au tarif de l'énergie vendue, au concours de l'Etat sur les superbénéfices, à l'obligation de laisser des réserves en eau ou en énergie à la disposition des services publics... etc... Ajoutons enfin l'obligation de remettre tous les ouvrages hydrauliques, l'usine, les turbines (le tout en bon état) à l'autorité concédante, qui en prendra possession sans bourse déliée à l'expiration d'un délai de 75 ans.

Quelles furent les conséquences de cette loi sur l'aménagement des chutes d'eau ? Il est évident qu'elle a permis de vaincre les résistances des barreaux de chute et c'est là un très gros avantage pour les concessionnaires.

Mais ne pourrait-on pas dire que la loi de 1919 a apporté des précautions par trop tatillonnes dans l'instruction de la demande de concession, que l'examen de cette demande dure un temps trop considérable (il faut compter deux ans), etc... Mais surtout les prescriptions du cahier des charges ne paraissent-elles pas écrasantes (tarif maximum, réserves gratuites, redevances, etc...) pour une durée de concession trop courte, avec la crainte d'un rachat anticipé ?

« Dans une matière où, plus que partout ailleurs, il était

nécessaire d'édicter des règles larges et souples, le législateur n'a instauré que trop de mesures tâtilloannes, étroites et impérieuses qui ligottent les usiniers dans les mailles d'un réseau serré d'obligations et de charges de toutes sortes et qui ne leur donneront ni l'indépendance, ni la stabilité dans l'existence, ni la sécurité dans les gains dont ils ont absolument besoin et qui, seuls, sont le mobile des initiatives fécondes » (1).

Nous pourrions par contre citer une foule d'opinions diamétralement opposées, mais avant de conclure, nous devons d'abord étudier les deux principales créations de la loi du 16 octobre 1919.

II. — Le service des forces hydrauliques du Sud-Ouest.

Quoique créé sous le nom de *Service d'Etudes des Grandes Forces hydrauliques du Sud-Ouest*, par la décision du Ministère de l'Agriculture et réorganisé en 1909, l'actuel *Service des Forces hydrauliques du Sud-Ouest* ne reçut la spécialisation et l'extension de ses attributions qu'avec la loi du 16 octobre 1919. L'article 30 le charge d'étudier le régime des cours d'eau et de leurs bassins, d'élaborer des plans d'aménagement, de coordonner avec ces plans les demandes d'autorisations d'usines, de centraliser le contrôle de la construction et de l'exploitation des grands réseaux de transport de force à haute tension, etc... C'est ainsi qu'à la demande du Ministère des Travaux Publics le *Service des Forces hydrauliques du Sud-Ouest* a établi en 1921 le premier inventaire complet des usines construites ou à construire dans le Sud-Ouest.

Par les études qu'il a entreprises, par les statistiques qu'il tient à jour, le *Service des Forces hydrauliques du Sud-Ouest* est appelé à rendre les plus grands services aux industriels qui ont équipé ou qui désirent équiper des chutes d'eau. Il permet aussi par cette collaboration étroite de tirer de nos ressources hydrauliques leur rendement maximum.

(1) *Le Nouveau Statut des Forces hydrauliques*, par M. Jean Durand-Pastes, 1920.

III. — Les plans d'aménagement des vallées.

Au lendemain de la guerre le Conseil supérieur des Travaux Publics s'attaqua à un programme général d'intensification de notre outillage national. Le 1^{er} Comité, qui fut chargé d'étudier les ressources et l'aménagement des forces hydrauliques, énonça de sages principes sur la construction des chutes mais renonça cependant à tracer un programme concret d'exécution.

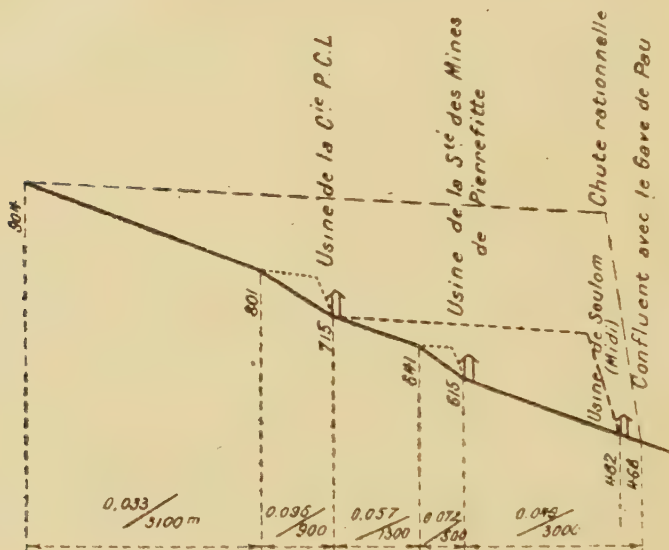
Plus précise la loi du 16 octobre 1919 décide l'établissement de « Plans d'aménagements » pour les rivières importantes. Ces plans doivent chercher à réaliser le maximum d'énergie avec le minimum d'usines, en groupant même au besoin les intérêts divers qui auraient en vue la réalisation de chutes partielles.

Ces plans réagissaient donc contre l'anarchie qui avait présidé aux aménagements de chutes, chaque industriel s'installant sur la portion du cours d'eau qui convenait le mieux à ses besoins ou à ses possibilités, sans s'inquiéter de savoir si l'aménagement de la rivière ne serait pas hétérogène ou incomplet. Prenons l'exemple de l'usine de Soulom. En 1890 la Société des Mines de Pierrefitte avait installé une usine utilisant la chute du Gave de Cauterets entre les côtes 641 et 615. En 1898, la Compagnie des Chemins de fer Pierrefitte-Cauterets-Luz créait une autre usine entre les points 801 et 715. On voit sur le profil ci-dessous que chaque usine avait été installée là où la pente était la plus forte.

Lorsque la Compagnie du Midi voulut créer l'usine de Soulom pour alimenter ses voies ferrées, elle racheta l'usine de la Société des Mines de Pierrefitte mais ne put faire disparaître celle de la Compagnie de Pierrefitte Cauterets-Luz. Elle dut placer sa prise d'eau en aval de cette usine et n'obtint ainsi qu'une hauteur de chute de 233 m. L'utilisation rationnelle et économique du Gave de Pau aurait exigé qu'on prévoit une chute unique de 436 m. englobant la partie à faible pente qui aurait été aménagée avec l'ensemble.

La loi de 1919 a donc rétabli dans sa vraie valeur la notion d'intérêt général, en contraignant les industriels à tirer d'un cours d'eau toute l'énergie qu'il peut fournir, en obligeant les concessionnaires d'une même rivière à s'entendre pour exécuter

certains travaux selon les plans d'ensemble de chaque vallée. Si les dispositions édictées par la loi paraissaient trop rigides, on y a rapidement remédié : on s'est vite aperçu à l'usage que, si le plan d'aménagement établi d'une façon abstraite était un guide précieux dans la recherche d'un aménagement optimum,



il risquait de faire trop bon marché des contingences économiques ainsi que des possibilités des véritables réalisateurs qui sont les exploitants.

« Il est indéniable, écrivait M. Tochon (1), que la mise en application de la loi du 16 octobre 1919 a coïncidé avec un ralentissement dans la mise en valeur des ressources hydrauliques françaises, au moment même où la consommation d'énergie électrique s'accroissait considérablement. Quelle est la part de la réglementation administrative dans cet état de

(1) Rapport de M. Tochon, directeur de la Chambre Syndicale des Forces Hydrauliques au 2^e Congrès international des distributeurs tenu à Paris du 5 au 16 juillet 1928.

choses ? Il est difficile de le dire. Le nombre de concessions accordées et non encore suivies de commencement d'exécution semble montrer que d'autres facteurs tels que la hausse des prix et du loyer de l'argent, la répugnance de l'épargne à s'engager à long terme n'ont pas peu contribué au marasme de ces dernières années ».

A notre avis c'est bien aussi dans les circonstances économiques qu'il convient de rechercher les causes de la crise de la houille blanche en 1922-1924. La hausse sans cesse croissante du coût d'installation des nouvelles usines, l'augmentation des frais d'exploitation des anciennes installations devaient contredire les prévisions établies par les industriels et décourager ceux qui avaient mis de trop grands espoirs dans la houille blanche. La hausse des tarifs, la création des index économiques devaient, d'autre part, provoquer un mouvement d'étonnement chez un public mal renseigné qui avait cru que la houille blanche c'était l'énergie pour rien. Certains détracteurs ne parlaient-ils pas déjà de la faillite de la houille blanche.

Ce mouvement d'hésitation des industriels s'explique aussi par la difficulté qu'ils rencontraient dans la recherche des débouchés, car ils manquaient de lignes de transports pour exporter leur énergie vers la plaine ; ils ne pouvaient non plus compter sur l'industrie électrochimique cruellement frappée par la crise de 1921 en pleine période de transformation vers l'économie de paix.

Dès 1925, malgré la dépréciation du franc, malgré le relèvement excessif du prix de la construction, malgré des conditions financières défavorables l'aménagement des chutes d'eau a été repris avec une intensité remarquable dans la France entière. Dans les Pyrénées ce mouvement, encouragé par la création de réseaux de transport et de débouchés nouveaux, allait s'amplifier jusqu'à ce que survint la crise de 1931. Il serait fastidieux de suivre ces progrès d'année en année. Nous préférons nous placer en fin 1932 pour faire le point et préciser la situation actuelle de l'aménagement des chutes d'eau pyrénéennes.

CHAPITRE II

LA SITUATION ACTUELLE DE L'AMÉNAGEMENT DES CHUTES D'EAU PYRÉNÉENNES

Vouloir donner une description précise de l'aménagement des chutes d'eau d'une région quelconque revêt de grandes difficultés par suite de la diversité des chiffres concernant la puissance des usines envisagées. Selon leur provenance, l'énoncé de ces chiffres varie souvent du simple au double pour une même usine. Aussi avons-nous eu recours d'une part à la source officielle, aux Statistiques publiées chaque année par le Ministère des Travaux publics, et d'autre part aux renseignements qui nous ont été directement fournis par les grandes sociétés hydroélectriques des Pyrénées. Ceci nous a permis de donner certains aperçus sur les travaux en cours et sur les projets les plus intéressants.

Une seconde difficulté vient de la multiplicité des usines hydroélectriques d'importance secondaire. Devions nous passer en revue toutes les usines hydrauliques produisant de l'électricité ? Des investigations dans ce sens auraient été extrêmement difficiles et finalement trop imprécises. Aussi nous sommes-nous limités aux usines de plus de 1000 kva. de puissance installée ainsi que le font les statistiques officielles. Ceci nous fait passer sous silence une foule de chutes aménagées pour alimenter des industries locales et empêchera, peut-être, cet inventaire de donner une idée parfaitement exacte de la vie économique de certaines vallées pyrénéennes : aussi prendrons-

nous soin d'indiquer les centres importants d'industries locales. Il n'était d'ailleurs pas possible de comparer 200 moulins de 10 kw. utilisant chacun son énergie avec une centrale de 2000 kw. dont la puissance pourra être employée avec un rendement bien supérieur. Enfin il s'est produit depuis la guerre un mouvement très net de concentration qui a entraîné la disparition de beaucoup de petites chutes et la construction de puissantes centrales hydrauliques.

Une troisième difficulté consistait dans la variabilité des chiffres qui nous ont été transmis. Considérant qu'au point de vue économique la caractéristique la plus intéressante d'une usine est sa production annuelle, nous avons indiqué, pour chaque usine, sa puissance normale disponible, c'est-à-dire le quotient par 8760, nombre d'heures de l'année, du nombre total de kwh. qu'il est techniquement possible de produire pendant une année moyenne.

Cependant, par suite des variations naturelles du débit des rivières, par suite de la possibilité de retenir l'eau dans des réservoirs, la production se répartira d'une façon très différente pour chaque usine au cours d'une année ou même d'une journée. Chaque usine aura donc un armement correspondant à la puissance maximum qu'elle peut produire à un moment donné. Nous avons donc jugé utile d'indiquer en kva. la puissance installée des usines les plus intéressantes.

Tels sont les principes que nous avons adopté pour dresser l'inventaire des usines des trois grandes régions pyrénéennes.

SECTION I. — Les Pyrénées Orientales

Dans sa partie basse, la région orientale des Pyrénées est peu arrosée, les neiges fondent tôt, les glaciers manquent. Mais les massifs dominants reçoivent des pluies et des neiges abondantes et renferment des lacs nombreux et profonds. Ces hauts massifs dressés au-dessus de bassins effondrés offrent des hauteurs de chute tout à fait remarquables à une si faible distance de la mer. Enfin, les gorges profondes, les défilés étroits, les brusques ruptures de pente abondent : nulle part l'aménagement des eaux courantes n'a été aussi facile.

Nous avons vu que, favorisés par la proximité de régions

riches et industrielles, les torrents inférieurs avaient rapidement actionné de très nombreuses petites usines. Par contre, les installations puissantes se sont concentrées dans les hautes vallées du Tech, de la Têt, de l'Aude et de l'Ariège que, pour les raisons indiquées plus haut, nous classons parmi les rivières orientales.

I. — Le bassin du Tech

Le bassin du Tech n'a reçu jusqu'ici que des aménagements secondaires, avec les deux usines de la Société électrique Ecoiffier, *l'usine de La Llau*, sur le Coumelade (1250 kw.) et *l'usine de Pas du Loup* sur le Tech (700 kw.). Deux autres usines sont en cours de construction, *l'usine de Velmanya* (650 kw) et *l'usine du Tech* (1470 kw.) ; une dizaine d'autres usines sont enfin projetées qui permettraient de tirer du bassin du Tech une puissance supplémentaire de 8000 kw. On remarquera que toutes ces usines sont groupées sur le cours supérieur du Tech en amont de Céret. La puissance totale de ce petit bassin pourrait atteindre 12.000 kw.

II. — Le bassin de la Têt

L'aménagement du bassin de la Têt présente un intérêt considérable, par suite du projet d'utilisation des eaux du lac de Lanoux. Un barrage porterait la capacité du lac de 16 à 25 millions de m³. Ses eaux se déverseraient dans la Têt, par l'intermédiaire du Lac des Bouillouses, dont la capacité serait ainsi augmentée. Actuellement, les eaux du lac de Lanoux se déversent dans la rivière espagnole « Le Carol ». Devant les protestations du gouvernement espagnol, on a songé à lier l'affaire du lac de Lanoux avec celle de la Garonne dont nous reparlerons. Contrairement aux rivières et cours d'eau pour lesquels, par le traité des Pyrénées et les traités postérieurs, les deux pays se sont engagés à respecter l'état de fait existant, rien n'a été prévu pour ces cuvettes situées dans ces régions élevées où aucune démarcation bien certaine ne fixe les territoires des 2 nations voisines. Nous espérons qu'un accord international interviendra bientôt pour fixer les droits de la France et de

l'Espagne sur les déversoirs plus ou moins diffus des lacs qui n'ont point encore été aménagés.

L'aménagement du lac de Lanoux présente d'ailleurs d'autres difficultés : rivalités entre les départements de l'Ariège et des Pyrénées-Orientales à qui le lac appartient, discussions entre le département des Pyrénées-Orientales et la Société Hydro-Electrique du Midi qui désire aménager le lac, au sujet de l'utilisation des eaux. Sur les 25 millions de m³ disponibles, la S. H. E. M. accepterait d'en déverser en trois mois (juillet, août, septembre) 17 millions 1/2 qui seraient utilisés par les irrigateurs, mais ceux-ci trouvent cette proportion encore insuffisante.

Lorsque le projet du lac de Lanoux sera réalisé (1), la Haute Vallée de la Têt, déjà en partie régularisée par le Réservoir des Bouillouses (13.000.000 m³) comprendra :

— *l'usine de Bouillouses* (3270 kw.) projetée par la S. H. E. M.,

— *l'usine de la Cassagne* construite en 1905 par la Compagnie du Midi pour fournir le courant continu à 850 volts, nécessaire à la ligne à voie étroite de Villefranche de Conflent à Bourg-Madame. Sa puissance actuelle (2300 kw) serait augmentée si le projet se réalisait ;

— *l'usine de Fontpédrouse* qui appartient également à la Compagnie du Midi. Son canal d'amenée recueille les eaux issues de l'usine de la Cassagne ainsi que celles de la Ribierolle, affluent de la Têt. Un débit minimum de 1500 litres par seconde et une chute nette de 175 m. assurent une puissance de 1800 kw. mais, grâce à des réserves d'eau, l'usine peut fournir des pointes horaires. Sa puissance doit également être augmentée.

— *l'usine de Thues* (7500 kw.)

— *l'Usine d'Olette* (7350 kw.)

toutes les deux projetées par la S. H. E. M.

Si la haute vallée de la Têt a été ainsi monopolisée par la Compagnie du Midi, nous trouvons plus en aval *l'usine de Villefranche de Conflent* (710 kw.) de la Société Ecoiffier et *l'Usine de Vinça* (700 kw.) de la Société Hydro-électrique Rousillonnaise.

(1) Une autre difficulté — et non la moindre — est la nécessité de réunir des capitaux très importants.

Enfin, les affluents de la Têt, tels que la Carança, la Fuilla, la Rautza pourraient recevoir des usines fournissant au total plus de 11.000 kw.

Les usines du bassin de la Têt sont donc susceptibles d'atteindre une puissance de 35.000 kw.

III. — Le bassin de l'Aude.

Le Bassin de l'Aude présente cette caractéristique d'être le fief de la Société Méridionale de Transport de Force. Cette Société vient, en effet, de terminer l'aménagement du barrage du Puyvalador (10 millions de m³) situé aux sources mêmes de l'Aude. Ces travaux ont considérablement amélioré le cours de cette rivière sur laquelle la Société a construit un chapelet d'usines hydroélectriques :

— *l'usine de Carcanet* (1530 kw. sous 91 m³ de chute), dont le canal d'amenée de 6 km. de long prend son origine dans le réservoir lui-même.

— *l'usine d'Escouloubre* (5440 kw.) qui utilise, sous 314 m. de chute, les eaux du canal de fuite de Carcanet et les eaux de l'Aude. Cette usine, construite à la fin de la guerre pour les besoins de la défense nationale, a vu sa puissance installée plus que doublée en 1929 (11.000 kw.) afin de pouvoir fournir des pointes.

— *l'Usine d'Usson* (7450 kw.), encore en projet. Cette usine utiliserait, sous 240 m. de hauteur de chute, les eaux du canal de fuite de l'usine d'Escouloubre et celles des affluents de l'Aude, la Bruyade et le Laurenti. Les eaux seraient aussitôt rendues à l'Aude. La concession de cette usine est en cours d'instruction et ne saurait tarder.

— *l'usine de Gesse* (5030 kw.). A 1500 mètres en aval des Bains d'Usson, un barrage sur l'Aude, construit en 1905, retient 30 000 m³ primitivement utilisés par la petite usine de Laguzou supprimée en 1913. Actuellement, un canal souterrain de 8 km. de long conduit les eaux sous 180 m. de chute à l'usine de Gesse, construite en 1913-1914.

— *l'usine de Saint-Georges* (2400 kw.), la plus ancienne usine de la Société : 1900. Un barrage situé à Gesse constitue une retenue de 10.000 m³ et un canal souterrain de 6 km. pouvant

débit 4 m^3 par seconde aboutit à la chambre d'eau située près du site pittoresque des gorges de St-Georges. La hauteur de chute est de 100 m.

Les affluents de l'Aude supérieure pourraient encore actionner plusieurs usines hydroélectriques : signalons la *chute de Rouzé* (1400 kw.), sur la Bruyade, qui pourrait être facilement régularisée par un réservoir de 3 millions m^3 à la Restang ; sur la Rebenty la *chute de Mazuey* (580 kw.) et surtout la *chute de Belviannes* (4960 kw.) qui utiliserait aussi les eaux de l'Aude en aval de Saint-Georges.

L'Aude moyenne et inférieure pourrait enfin livrer 10.500 kw. répartis entre six usines, mais ces projets seraient coûteux et par conséquent lointains. L'Aude inférieure roule d'ailleurs d'abondants limons et ses affluents sont inutilisables. Sur la Cesse, cependant, la concession de deux chutes a été demandée par M. Bru : ce sont les *chutes de Cessero* (1680 kw.) et de *Monsieur* (530 kw.).

Le bassin de l'Aude pourrait donc encore assurer 26.120 kw. en plus des 11.400 kw. de puissance normale disponibles des usines actuellement en service.

IV. — Le bassin de l'Ariège.

La vallée de l'Ariège qui fut longtemps la mieux pourvue d'installations électriques de toutes les Pyrénées, fait actuellement l'objet d'un projet particulièrement intéressant. La Société hydro-électrique du Midi a, en effet, décidé la création de deux puissantes usines dans la haute vallée de l'Ariège : l'*usine de Merens* (8000 kw.) et l'*usine de Savignac* (12.000 kw.), que l'on avait un instant envisagé de régulariser grâce aux réserves du lac de Lanoux.

C'est dans la haute vallée de l'Ariège qu'a été construite par la Société Pyrénéenne d'énergie électrique l'*usine d'Orlu*, alimentée par le torrent de Gnoles, déversoir du lac de Naguilhes (1.854 m. d'altitude) et du lac d'En Beys relié au précédent par un tunnel. La hauteur de chute est de 936 m. et la puissance moyenne de 5700 kw. (production annuelle 50 millions de kwh.). Mais sa puissance installée est beaucoup plus élevée (15.300 kva.) car cette usine sert principalement de régulateur par rapport

aux autres usines de la Société qui sont situées dans le Tarn. C'est également dans la haute vallée de l'Ariège que la Société hydro-électrique d'Ax-les-Thermes a projeté de construire les deux usines de *Teich* (2450 kw.) et d'*Orgeix* (2280 kw.) destinées à la distribution dans la région d'Ax-les-Thermes.

En aval d'Ax, l'Ariège actionne l'*usine électrochimique du Castellet* (1350 kw.) de la Société Commentry-Fourchambault-Decazeville, et les deux usines de la Société des Tâles de Luzenac : *Luzenac* (610 kw.) et *Albiès* (870 kw.). Trois nouvelles chutes y sont en projet : *Unac* (2347 kw.); *Rouget* (410 kw.), dont la concession a été demandée par M. Cartier et enfin *Verdun* (1350 kw.).

A Ussat l'Ariège reçoit son principal affluent, le Videssos dont l'aménagement a été réalisé par la Compagnie Alais, Froges et Camargue et sa filiale, la Société des forces motrices du Videssos. Le Videssos est formé par la réunion de plusieurs torrents, provenant de bassins secondaires situés à une altitude élevée (3000 m.) et descendant très rapidement vers la vallée.

L'*usine d'Auzat*, construite en 1908, est alimentée par un canal de 18 km. qui capte plusieurs de ces ruisseaux. L'usine comprend deux chutes, l'une de 405 m. et l'autre de 445 m. La puissance installée est considérable (23.720 kva.), et la puissance normale disponible atteint 10.000 kw. La production dépasse 80.000.000 kwh.

En aval d'Auzat, l'*usine de Sabart* utilise les eaux d'un bassin versant de 271 km² par trois prises d'eau sur le Videssos et ses affluents, le Suc et le Siguer qui fournissent un débit total de 15.500 litres. Le canal d'amenée aboutit à une chambre de mise en charge, permettant d'emmagasiner 3000 m³, d'où partent 2 conduits forcés de 1,55 de diamètre. La hauteur de chute est de 233 m. L'équipement de l'usine comprend 11 groupes turbo-alternateurs ayant une puissance totale de 31.000 kva. La puissance est de 13.600 kw. et la production moyenne atteint 120 millions de kwh.

La Société des Forces Motrices du Videssos a enfin demandé la concession d'une nouvelle usine, dite « *de Pradières* », qui serait alimentée par deux chutes de 450 m. et 600 m. environ et nécessiterait deux barrages réservoirs de 7.000.000 m³ et 17.000.000 m³ dans les dérivations du torrent de Siguer. La

puissance de cette usine serait de 7.250 kw. et sa production annuelle de 60 millions kwh.

Au-dessous du confluent de l'Ariège et du Vicdessos, la Société Electrochimique de Mercus a créé *l'usine de Mercus* (2530 kw.) pour fabriquer du boro-carbone et la Société des Forces Motrices de l'Arigée a construit cinq usines qui ont été depuis rétrocédées à la Société Commentry-Fourchambault-Decazeville. Ce sont *les usines de Saint-Antoine* (1260 kw.) ; *Crampagna* (500 kw.) ; *Las Rives* (910 kw.) ; *Las Mijanes* (1180 kw.) et *Guilhot* (1720 kw.) ; une sixième se trouve encore en projet : *Chapitre* (3940 kw.). La production de ces usines (50 millions de kwh.) est employée dans l'usine électrométallurgique de Pamiers qui appartient à cette Société, mais le surplus est distribué aux industriels de la région. Deux autres chutes pourraient encore être équipées au *Pont du Diable* (3150 kw.) et à *Foix* (4170 kw.).

En aval de Pamiers, l'Ariège n'actionne plus aucune usine, mais le plan d'aménagement de l'Ariège comprend quatre chutes utilisables : *Pébernat* (4650 kw.) concédée à la Société d'énergie électrique de la Basse-Ariège, et, sur l'Ariège navigable, *Laborie* (1760 kw.), *Auterive* (1600 kw.) et *Crépiac* (1660 kw.).

Les Centrales de l'Ariège supérieure et de ses affluents ont une puissance installée de 89.900 kva. et une puissance normale disponible de 40.000 kw. : elles peuvent donc produire 330 millions de kwh. utilisés en grande partie par les industriels de la région. Les projets dont nous avons parlé, en particulier ceux de la S. H. E. M. ajouteraient 57.000 kw.

Grâce au bassin de l'Ariège qui demeure le plus grand centre métallurgique des Pyrénées, la région orientale de la Chaîne conserve une place honorable dans la production d'énergie électrique pyrénéenne.

A ses 62.000 kw. de puissance normale disponible qui font 23 % de la puissance des usines pyrénéennes, il faut ajouter 2100 kw. en cours de construction, tandis que 115.000 kw. sont encore en projet et tripleraient la production actuelle des usines des Pyrénées orientales.

SECTION II. — Les Pyrénées Centrales

Grandes hauteurs de chutes, précipitations abondantes, forts débits, régularité assurée par les glaciers et surtout par un ensemble de profondes cuvettes lacustres, toutes les conditions se trouvent rassemblées pour faire des Pyrénées Centrales, une région privilégiée entre toutes. Longtemps délaissés, les 7 bassins hydrauliques alimentés par les Pyrénées Centrales ont vu naître pendant et surtout depuis la guerre des installations plus ou moins puissantes selon leurs caractéristiques particulières, mais qui ne laissent pas d'être remarquables.

I. — Le bassin du Salat.

Malgré la difficulté des communications, le Salat, qui appartient encore à la province ariégeoise, a été aménagé de bonne heure par l'industrie Saint-Gironnaise, dans sa partie inférieure tout au moins. Ce sont toutes d'anciennes fabriques de ciment, des papeteries... qui disposent de basses chutes de 200 à 600 kw. de puissance : usine de la Moulasse qui produit du papier à cigarettes Job, les papeteries de Saint-Girons et de Saint-Lizier, l'usine de Lorp, célèbre pour avoir été le berceau d'Aristide Bergès.

Cependant la Société Electricité et Gaz des Pyrénées a installé aux sources mêmes du Salat la *Centrale de Salau* qui comprend 2 chutes de 150 et 100 m. avec une puissance totale de 800 kw. et une production annuelle de 5 millions $1/2$ de kwh. De même cette Société a construit au confluent du Salat et de l'Arac la *Centrale de Lacourt* (3900 kw.) alimentée par un canal d'aménée de 5 km. de long et 12 m³ de section qui forment réservoir horaire. La hauteur de chute est de 34 m. et le débit 16 m³/s. Aux deux groupes de 2500 kva déjà installés sera bientôt ajouté un troisième groupe. La production actuelle atteint 16 millions de kwh.

De nombreux projets sont en cours d'études dans la haute vallée du Salat : *Cagataille* (1080 kw.) ; *Estillon* (2790 kw.) ; *Trein d'Ustou* (1070 kw.) sur l'Alet ; *Pont d'Estours* (3250 kw.) au confluent de l'Alet et du Salat ; *Arse* (1220 kw.)... mais le projet le plus intéressant semble être celui de la chute d'*Aulus* sur le

Garbet, avec l'aménagement du lac de Garbet et de l'étang de Guzet qui permettrait d'emmagasiner 9.300.000 m³ et d'assurer à la Centrale d'Aulus une puissance de 6000 kw. sous 700 m. de chute.

Sur le Lez, le principal affluent du Salat, a été commencée en 1929 la construction de l'*usine d'Eylie*, près de Sentein. Grâce à la possibilité d'emmagasiner 14 millions de m³ d'eau dans le lac d'Arraing, cette usine pourra jouer le rôle de régulateur des usines de l'Ariège et de la Garonne. Un canal de 7000 m. collectera les eaux des sources d'Uretz et d'Arday et les conduira, soit dans le lac, soit dans le château d'eau en tête des conduites forcées. La hauteur de chute sera de 1000 mètres. L'usine aura une puissance installée considérable, plus de 30.000 kva., elle arrêtera ses turbines pendant les hautes eaux et ne fonctionnera à pleine charge pendant la période d'étiage. La puissance normale disponible atteindra 5000 kw. et la production annuelle de 40 à 45 millions de kwh.

Sur le Lez également la Société des Tramways électriques du Saint-Gironnais a construit la *centrale d'Arrout* (1000 kw.) destinée à ses propres besoins.

En aval de Saint-Girons signalons la possibilité d'aménager 2 chutes, l'une à *Salies du Salat* (12.370 kw.) grâce à un canal d'amenée de 17 km. 600 qui dériverait 33 m³ sur 66 m. de hauteur de chute, l'autre au *Pont de Fourc* (5970 kw.) qui ferait rejoindre les eaux du Salat à celles de la Garonne supposées captées en aval de la passerelle de Lestelle.

En dehors des petites chutes utilisées par les industries régionales, le bassin du Salat, qui n'a encore que 3 usines produisant 5700 kw., est susceptible de fournir 33.550 kw. supplémentaires.

II. — Bassin de la Garonne.

Ainsi que l'a prouvé M. Norbert Casteret dans son expérience des 20 et 21 juillet 1931, la Garonne naît dans les glaciers du Néthou, disparaît par le Trou du Toro (2000 m.) pour reparaitre 3 km. 800 plus loin aux Gouëils du Jouéou (1410 m.) après être passée sous la Tusse Blanche (2680 m.) qui marque la ligne de partage des eaux Garonne Atlantique-Ebre Méditerranée. Or

une entreprise hydroélectrique espagnole projetée de capter les eaux du Trou du Toro en les dérivant dans la vallée de l'Esera. Ce projet aurait pour résultat certain de tarir le Goueil de Jouéou, de diminuer de moitié le débit de la Garonne dans le Val d'Aran et de la priver de ses eaux les plus précieuses puisqu'elles viennent des Glaciers du Néthou, des Barrancs, des Tempêtes, des Salanques, etc... Les conséquences seraient désastreuses pour la haute vallée et les plaines de la Garonne et notamment pour la région si florissante du Comminges.

Le litige international qui surgit entre la France et l'Espagne a été prévu par le Traité des Pyrénées 1659, par un acte additionnel de 1866, par la Convention de Genève 1923. Il résulte de ces documents que les états doivent s'interdire d'effectuer sur les fleuves internationaux tous travaux de nature à modifier le régime ou le mode d'écoulement naturel des eaux au préjudice des usagers inférieurs. Le projet de la Société des Forces Motrices de l'Ebre compromettrait des intérêts actuels d'une valeur considérable par la diminution de la force des usines construites ou en projet sur la Garonne, par la diminution des irrigations dont souffriraient les cultivateurs de la haute vallée.

Emu par le danger, le Gouvernement français a engagé des conversations avec le Gouvernement espagnol. Personne ne peut encore préciser quel en sera le résultat, mais nous espérons que ce différent sera tranché dans le sens voulu par la nature.

Dès avant la guerre la Société d'applications industrielles avait envisagé de barrer la Garonne à Pont-du-Roi, dès son entrée en France, de dériver une partie de ses eaux sur 9500 m. et d'édifier à *St-Béat* une usine de 8380 kw. sous 71 m. 50 de chute. Quoique pris en considération par l'administration en 1918, ce projet n'a pas abouti.

Il faut donc descendre jusqu'à Montréjeau, où la Garonne rencontre les premières pentes du plateau de Lannemezan qui la rejettent à l'Est, pour trouver les premières usines hydroélectriques : ce sont les trois centrales de basse chute aménagées par la Société Energique Electrique de la Haute-Garonne.

— *La Centrale de Pontis de Rivière* (3820 kw.), qui, profitant d'une boucle de la Garonne, est alimentée par un court canal

d'aménée (800 m.) qui suit un barrage à vannes mobiles établi sur la Garonne. Une hauteur de chute de 12 m. et un débit de 60 m³ sont utilisés par trois groupes turbo-alternateurs d'une puissance installée de 8850 kva. La production annuelle est de 30 millions, de kwh.

— *La Centrale de Camon* (6940 kw.) alimentée par un barrage sur la Garonne en aval de l'usine de Pointis et un canal d'aménée de 3 km. 500. Grâce à un débit de 80 m³ et une hauteur de chute de 24 m. les trois turbines actionnent 3 groupes de 7000 kva donnant à l'usine une puissance maximum de 15.000 kw. La production annuelle pourra atteindre 60 millions de kwh. L'usine a été mise en service le 1^{er} janvier 1933.

— *La Centrale de Valentine*, en cours de construction, utilisera les eaux de fuite de Camon par un canal d'aménée de 2 km. Un bassin compensateur de 3000 m³ permettra de passer les pointes horaires. Un débit de 80 m³ et une hauteur de chute de 12 m. assureront aux trois groupes de 4000 kva une puissance maximum de 9000 kw. La production sera de 30 à 35 millions de kwh. Ajoutons que cette centrale, qui sera mise en marche le 1^{er} janvier 1934, sera entièrement automatique et sera manœuvrée à distance par le personnel de l'usine de Camon. L'énergie produite sera transformée par le poste 5000/60.000 volts de Camon, commun aux deux usines.

Immédiatement en aval de la Centrale de Valentine, la Société Hydroélectrique du Comminges a établi un barrage sur la Garonne, en face de Saint-Gaudens, suivi d'un canal à ciel ouvert de 5200 m. de longueur. Sur ce canal ont été disposées en échelons, deux usines, l'une dite de *Gentille* à 3 km. environ en aval de la prise d'eau, l'autre dite de *Saint-Sernin* à l'extrémité du canal. Avec une hauteur de chutes presque identique (10 m. 2 et 9 m. 8) et le même débit (60 m³ seconde maximum) chaque usine comprend trois groupes turbo-alternateurs de 1500 kva. La puissance est de 6270 kw. (3150 pour l'usine amont et 3120 pour l'usine aval) ce qui correspond à une production annuelle de 55 millions de kwh. environ. Un poste commun de transformation 60.000 v. relie les deux usines aux lignes de la Compagnie du Midi.

Le plan d'aménagement de la Garonne (1) prévoit encore une suite d'usines hydroélectriques qui sont encore à l'état de projets lointains : *Beauchalot* (3100 kw.) concédé en 1931, à la Société Hydroélectrique de la Cère ; *Lestelle* (4547 kw.) concédée en 1930 à la Société des Forces Hydroélectriques du Comminges ; *Montsaunès* (15.200 kw.) ; *Manciour* (1970 kw.) actuellement en service : *Pont de Fourc* (6600 kw.) ; *Mauran* (11.200 kw.) concédée en 1928 à la Société Hydroélectrique de Roquefort ; *Palaminy* (16.300 kw.) concédée en 1931 à la Société Hydroélectrique de Cazères ; *Couladère* (5200 kw.) ; *Saint-Julien* (7260 kw.) *Carbonne* (12.650 kw.) ; *Mauzac* (7120 kw.) ; *Muret* (6440 kw.) et *Saubens* (4270 kw.).

En aval du Confluent de l'Ariège et de la Garonne il n'est pas possible d'établir d'usine jusqu'à Toulouse en raison des galeries filtrantes qui alimentent la ville de Toulouse. Mais nous trouvons à Toulouse même deux usines qui sont remarquablement bien placées pour alimenter la ville.

— *L'usine du Ramier du Château* (2550 kw.) qui appartient à la ville de Toulouse.

— *L'usine du Bazacle* (1950 kw.) qui est une propriété privée de la Société Toulousaine du Bazacle.

En aval de Toulouse la pente devient faible, mais permet cependant la construction d'usines grâce au débit important de la Garonne. C'est ainsi que l'on pourrait profiter des coudes du fleuve pour établir trois usines à *Gageac* (11 000 kw.), à *l'Espagnol* (4730 kw.) et à *Grenade* (14.000 kw.). Comme ces installations demanderaient la construction de canaux d'amenée longs et coûteux leur réalisation est peu probable. Cependant la Société d'Etudes des Forces Motrices du Tarn et Garonne a demandé la concession de la chute de *Finhan* (11.500 kw.) située dans le Tarn et Garonne.

Le bassin de la Garonne est donc très riche en possibilités, puisque 139.330 kw. pourraient s'ajouter au 23 200 kw. déjà produits et aux 3800 kw. en construction. Jusqu'à présent le

(1) Le plan d'aménagement de la Garonne a été dressé par le Service de la Navigation de la Garonne. Il fut présenté au Congrès de l'aménagement hydraulique du Sud-Ouest par MM. Pendarès et Willemín (Bordeaux 1922).

fleuve est presque complètement inutilisé, sauf dans la région de Saint-Gaudens. Ceci est dû en partie à ce que le cours supérieur qui offre d'exceptionnelles qualités, fortes altitudes, hautes vallées suspendues, lacs nombreux, se trouve malheureusement en Espagne. Le cours moyen est beaucoup moins favorable par suite du coût des travaux qui sont nécessités par la faible pente et l'importance du débit de la Garonne.

III. — Bassin de la Pique.

Le bassin de la Pique, doté de pluies abondantes et de nombreux lacs glaciaires, offre au contraire un exemple remarquable de l'utilisation complète et rationnelle d'un ensemble hydrographique suivant un plan (1) d'ensemble, dans lequel chaque usine tire parti de ses dispositions naturelles au profit du groupe tout entier, afin de réaliser le maximum d'énergie avec le minimum d'usines.

Commencés en 1916, les travaux furent repris par la Compagnie d'Electricité Industrielle, fondée en juillet 1917 grâce aux capitaux de la Société Centrale des Banques de Province. En décembre 1917 tous les chantiers étaient ouverts et avec l'aide de 6000 ouvriers (coloniaux, prisonniers de guerre, etc...), les travaux avancèrent très rapidement.

— En septembre 1919 était terminée la *Centrale de la Pique Supérieure*, à 5 km. de Luchon, qui utilise, par deux canaux d'amenée de 3334 m. et 3852 m. à flancs de coteaux, les eaux de la Pique et les eaux du Lys. De la chambre de mise en charge qui unit les 2 canaux, les eaux par une chute de 218 m. en conduite forcée alimentent 5 groupes turbo-alternateurs d'une puissance totale de 11.000 kva. La puissance normale disponi-

(1) L'aménagement de la vallée de la Pique, conçu par M. Ferdinand Cros, est aussi un type caractéristique de ces entreprises trop exclusivement créées en vue de la dépense nationale et « auxquelles leur médiocre faculté d'utilisation aux travaux normaux de la paix a valu le surnom peu flatteur d'usines de guerre »: Mais produire, et à n'importe quel prix, n'était il pas un ordre imposé à toutes les forces productrices du pays ? Le programme primitif comprenait la création de trois usines hydroélectriques qui devaient fournir l'énergie nécessaire à la production d'azote synthétique sous forme de cyanamide dans les installations de Marignac. Cf. *Thèse de Hugouneuc*, Paris, 1930. « La Compagnie d'Electricité industrielle ».

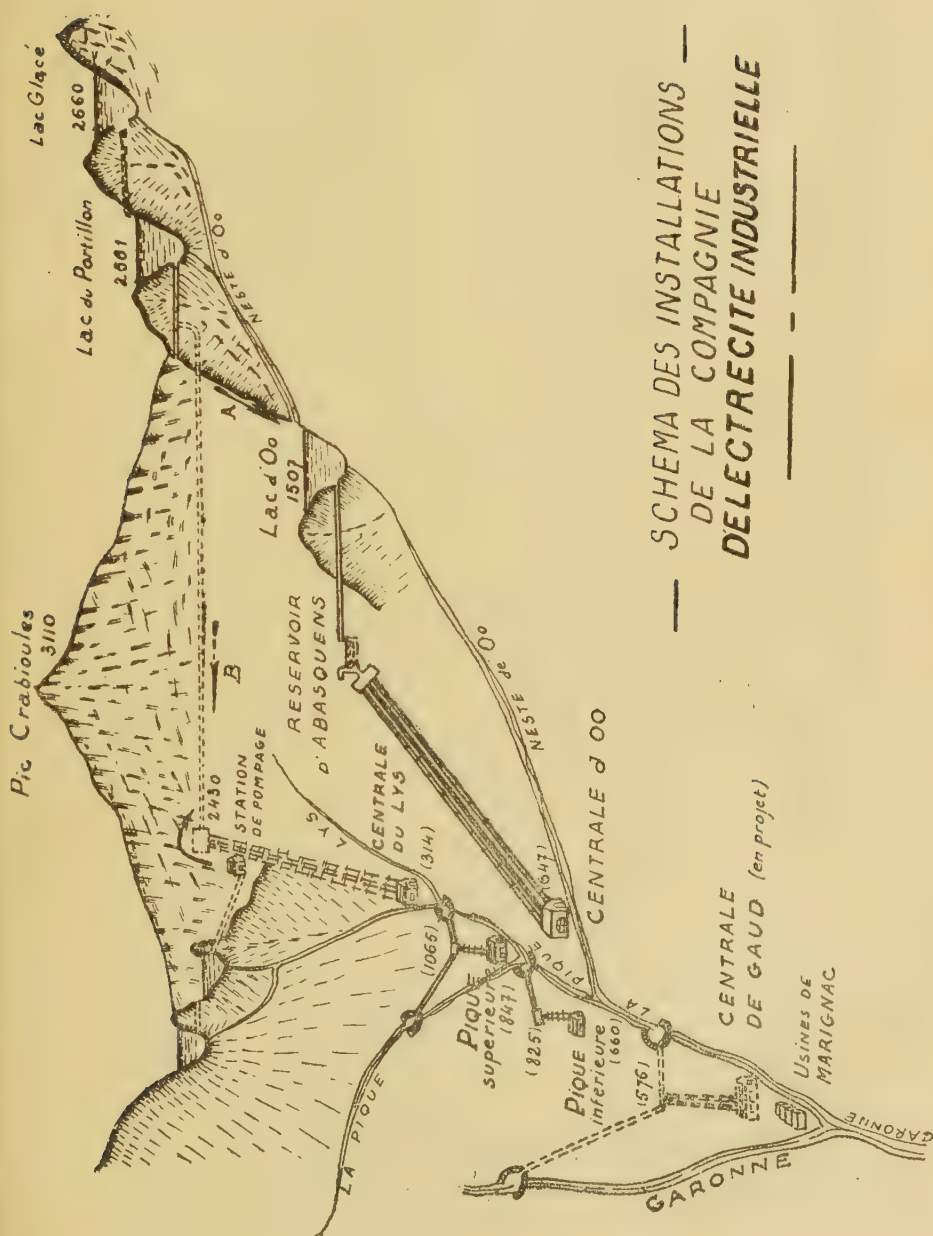
ble est de 4250 kw. et la production annuelle dépasse 35 millions de kwh.

Depuis novembre 1918 se trouvait déjà en service la *Centrale de la Pique Inférieure* située aux abords même du Luchon (1). Elle utilise aussi les eaux de la Pique grossie du Lys, donc elle dérive par un canal d'aménée de 2536 m. un débit de 5 m³ s. Une chute de 165 m. assure aux 4 groupes turbo-alternateurs une puissance totale de 8000 kva avec une puissance normale disponible de 3050 kw. La production de l'usine varie de 25 à 30 millions de kwh.

La Centrale du lac d'Oo, en service depuis 1921, est un exemple parfait de cette technique d'utilisation des lacs de haute montagne, dite méthode pyrénéenne. Le lac d'Oo (cote 1507) est un lac naturel dont le niveau a été surélevé par un barrage de 8 m. 70. Il renferme ainsi 15 millions de m³ d'eau disponible. Comme la prise d'eau est située à 40 mètres en-dessous du niveau de l'eau, il a fallu creuser dans la montagne une chambre de rupture de charge reliée au lac par une galerie de prise de 565 m. Le débit y est réglé à la demande de la centrale de manière que l'eau ne déborde pas par le déversoir. A la sortie de cette chambre, les eaux s'écoulent dans un canal d'aménée de 10 km. 500, qui capte les torrents de Labach et de Gourran, jusqu'au réservoir d'Arbesquens, mis en service en novembre 1931, afin d'augmenter le débit et par conséquent la puissance aux heures de pointe. De ce château partent 3 conduites forcées accusant une chute brute de 800 m. La Centrale est équipée par 6 groupes turbo-alternateurs ayant une puissance totale de 33.500 kva. La puissance normale disponible est de 7800 kw. et la production atteint 70 millions de kwh. Mais, alors que les 2 usines de la Pique sont des usines au fil de l'eau, la Centrale d'Oo joue le rôle de régulatrice donnant sa force pendant la période d'étiage (septembre-avril) et faisant son plein pendant la période des hautes eaux.

La Centrale du Portillon-Lys, actuellement en construction,

(1) Par suite de la proximité de la station thermale de Luchon, certaines précautions d'ordre esthétique durent être prises : camouflage des conduites forcées, architecture de l'usine en harmonie avec les constructions voisines.



complètera cet ensemble. Les travaux consistent à percer le lac du Portillon (10 millions de m³) et le lac Glacé (3 millions m³) et à détourner leurs eaux par une galerie vers un château d'eau situé dans la haute vallée du Lys. Deux canaux collecteront les eaux de cette vallée et en particulier celles de lacs moins importants. Les eaux captées à une cote inférieure de 300 mètres du Château d'eau pourront être utilisées de 2 façons différentes. D'une part, pendant les hautes eaux de printemps, elles pourront être refoulées par pompage dans le lac du Portillon dont le bassin versant serait insuffisant pour assurer le remplissage annuel. D'autre part, les eaux qui ne seront pas mises en réserve pourront être utilisées sous chute réduite dans la Centrale de Portillon-Lys, avant que celle-ci ne travaille à pleine chute avec la réserve des lacs. La hauteur de chute sera de 1400 m. ce qui constitue un record du monde. La Centrale sera édifiée en amont de la prise d'eau du Lys des usines de la Pique. Celles-ci recevront donc en supplément les eaux du bassin versant du lac de Portillon et du lac Glacé détournées de leur écoulement naturel. Ces débits sont évidemment enlevés à la Centrale du lac d'Oo, mais celui-ci reçoit de tels apports au moment de la fonte des neiges, qu'il déborderait si on ne lui demandait de grosses fournitures d'énergie à ce moment-là peu rémunératrices. Le nouvel aménagement est plus rationnel et donne à débit égal un supplément important de puissance instantanée.

La puissance de la Centrale du Portillon Lys sera de 5000 kw. seulement et sa production ne dépassera pas 50 millions de kwh. Mais la puissance installée sera de plus de 35.000 kwa. Non seulement toute la production des usines de la C. E. I. sera entièrement régularisée, mais cette Société possèdera près de 80.000 kw. de puissance instantanée disponible à volonté et à tout moment en totalité ou en partie.

Enfin la C. E. I. a projeté de construire une autre usine dite de Gaud alimentée par une prise d'eau sur la Pique et une prise d'eau sur la Garonne. Les deux canaux d'amenée se réuniraient à la cote 576 pour former une seule chute de 80 mètres de hauteur. La puissance normale disponible de l'usine serait de 6300 kw. et la production annuelle de 55 millions de kwh. non régularisée. Mais la réalisation de ce projet semble assez

lointain. Quant au projet de l'*usine de St-Aventin* 3050 kw. sur la Neste d'Oueil, il ne peut en être question à l'heure actuelle.

Signalons enfin que la Société Electricité et Gaz des Pyrénées a d'autre part construit sur l'One et le Gourron l'*usine de Mousquères* (1745 kw.) destinée à l'éclairage de la ville de Luchon. Elle produit 14 millions kwh. par an.

Le Bassin de la Pique est donc à l'heure actuelle presque entièrement aménagé : avec la Centrale de Portillon-Lys la puissance installée atteindra 90.000 kva et la puissance normale disponible dépassera 21.000 kw. ce qui correspond à une production de près de 200.000 kwh. Les projets ajouteraient encore 9350 kw.

IV. — Le Bassin de la Neste.

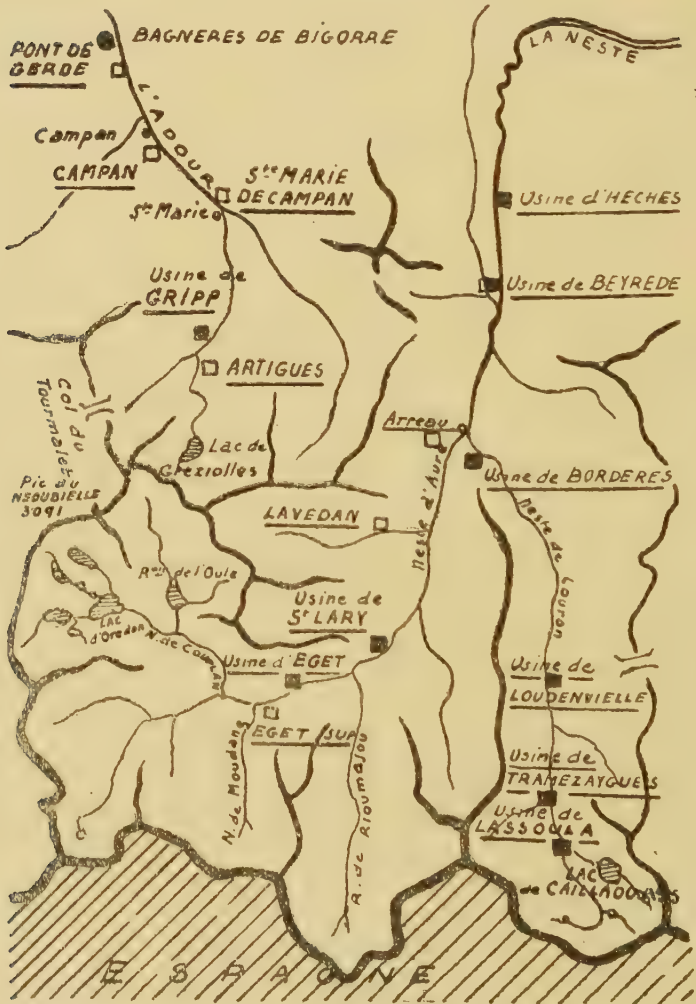
La Neste est formée par le confluent de la Neste d'Aure et de la Neste de Louron, au village d'Arreau.

A) C'est la Neste d'Aure qui reçut les premiers aménagements importants, car, née au pied du Néouvielle sous le nom de Neste de Complan, elle traverse une série de magnifiques lacs (lacs d'Aubert, d'Aumar, de Cap de Long et d'Orédon) et reçoit de nombreux ruisseaux eux-mêmes alimentés par des lacs : l'Oule, le Rioumajou, l'Assas... Ce petit bassin renfermait donc une puissance hydraulique considérable qui ne pouvait rester longtemps sans emploi. Les conditions étaient particulièrement avantageuses, car les quatre lacs d'Orédon, d'Aubert, d'Aumar et de Cap de long représentant une capacité utilisable de 19.500.000 m³ avaient été aménagés vers 1885 en bassins de retenue, afin d'alimenter pendant l'été les rivières du plateau de Lannemezan unies par le canal de Sarrancolin.

La Compagnie du Midi décida en 1913 d'utiliser le cours de la Neste ainsi régularisé en créant son *usine d'Eget* (1), mais comme les réserves des lacs devaient être employées pour les besoins de l'irrigation avant de l'être pour ceux de la Compagnie, il aurait pu en résulter de très graves inconvénients pour

(1) Commencée en 1913 l'Usine d'Eget, dont les travaux arrêtés au début de la guerre furent repris en 1917, ne fut achevée qu'en 1926 après la mise en service du réservoir de l'Oule.

BASSINS SUPERIEURS
DE LA NESTE ET DE L'ADOUR



l'usine. C'est pourquoi fut créé le réservoir artificiel de l'Oule (6.500.000 m³ de capacité) obtenu par un barrage de 266 m. de longueur et de 30 m. de hauteur et destiné à recevoir les eaux d'un bassin versant de 30 km² de superficie.

Les eaux du lac d'Orédon sont conduites par un canal souterrain de 3 km. 100 dans le canal d'amenée qui part du réservoir de l'Oule et qui aboutit cinq kilomètres plus loin à la chambre de mise en charge de Plaouquès. De cette chambre, qui forme réservoir horaire, 7 conduites forcées de 560 mm. alimentent sous une chute nette de 710 m. sept groupes turbo-alternateurs d'une puissance totale de 30.625 kva. La puissance normale disponible est de 14.625 kw. et la production annuelle de 120 millions de kwh.

Pour satisfaire les besoins de la défense nationale, la Société de Penarroya avait été amenée pendant la guerre à concevoir l'utilisation intégrale de la Neste d'Aure par la création de trois centrales :

— *la Centrale d'Eget supérieure* (11.500 kw.), encore en projet, qui utiliserait les hauts versants situés en face d'Eget-Midi et aurait une prise d'eau principale sur le Riaumajou.

— *la Centrale de Saint-Lary* qui recueille les eaux du canal de fuite d'Eget-Midi et des bassins versants situés en aval de la prise d'eau de cette usine par un barrage sur la Neste de Complan. Mais pour compenser les irrégularités de débit dues aux pointes de traction fournies par l'usine d'Eget-Midi, on a dû prévoir en amont des conduites forcées de St-Lary une réserve de 15.000 m³. Le canal d'amenée en charge de 5100 m. de longueur et de 5 m² 86 de section aboutit à une cheminée d'équilibre comprenant une chambre d'épanouissement de 260 m³. Deux conduites forcées de 1 m. 40 alimentent, sous 184 m. de chute brute, quatre groupes d'une puissance totale de 19.000 kva. La puissance normale disponible est de 10 450 kw. et la production annuelle de 90 millions de kwh ;

— *la Centrale d'Arreau* (6.600 kw.), en projet, utiliserait les eaux de l'usine de St-Lary et des bassins versants situés en aval par un canal d'amenée de 9000 m. et une chute de 128 m. de hauteur. Mais rien n'est encore certain quant aux détails d'exécution de cette usine dont la réalisation, ainsi que celle d'Eget supérieur, semble fort lointaine.

B) La vallée du Louron vient également d'être régularisée par les travaux de la Société Hydroélectrique du Midi qui a réalisé l'aménagement du lac de Caillaouas et la construction de 2 usines dans la haute vallée. Le lac de Caillaouas, situé à plus de 2000 m. d'altitude, est un des plus grands des Pyrénées et assure une réserve disponible de 18 000.000 m³ qui sera portée à 24 millions de m³ par un barrage. La prise d'eau est située à 67 m. 50 en contrebas du déversoir et le canal d'amenée (1400 m.) se prolonge directement par la conduite forcée qui aboutit à l'usine de Lassoula.

L'usine de Lassoula (2630 kw.), située au confluent des Nestes de Caillaouas et de Pouchergues utilise donc directement les eaux du lac de Caillaouas. La hauteur de chute est de 450 m. Elle est en outre conçue de manière à pouvoir pendant la période de hautes eaux, refouler les eaux dans le lac de Caillaouas grâce à une installation de pompage.

L'usine de Tramezaygues, située au confluent de la Neste de Clarabide et de la Neste de Laprès; comprend deux installations :

— d'une part un canal d'amenée capte des eaux issues de Lassoula et celles de la Neste de Pouchergues alimentée par le lac de Pouchergues, et les conduit à l'usine de Tramezaygues sous une chute brute de 452 m. La puissance obtenue est de 5600 kw ;

— d'autre part les eaux de la Neste de Lapès ont été captées pour fournir 1300 kw. avec une chute de 228 mètres.

La production annuelle des usines de Caillaouas tend à dépasser 80.000.000 kwh. dont 50 millions d'énergie de lac et 30 millions au fil de l'eau et par suite du pompage la production est reportée à l'époque des eaux moyennes ou basses. Les usines ont été mises en services en 1931 (1).

Immédiatement en aval de l'usine de Tramezaygues, un barrage placé sur la Neste de Louron dérive 3500 litres seconde dans un canal d'amenée de 4120 m. de longueur. Ce canal capte aussi 1000 litres seconde du Ruisseau d'Aube alimenté par

(1) La construction de ces usines fut rendue difficile par l'absence de route au delà de Tramezaygues. Le transport des matériaux de Lassoula dut être effectué par deux téléfériques de 2 km. 600 au total. Ils seront ouverts au public.

plusieurs petits lacs et aboutit à une chambre de mise en charge. Les eaux font enfin une chute de 245 m. pour actionner les 2 groupes turbo-alternateurs 5600 kw. de l'*usine de Loudenvielle* qui appartient à la Société des Produits Azotés. La puissance normale disponible est de 4870 kw. ce qui correspond à une production annuelle de 45.000.000 kwh.

La Neste de Luron actionne aussi l'*usine de Bordères* de la Société des Produits Azotés ; un barrage situé en aval du Pont d'Avajan emprunte 6500 l. s. à la Neste et un canal d'amenée de 7000 m. aboutit à l'usine qui comprend deux groupes turbo alternateurs de 4000 kva pour utiliser la chute de 180 m. La puissance de l'usine est de 4700 kw. soit 45 millions de kwh. de production annuelle.

Au delà d'Arreau la Neste a été captée par la Compagnie Alais-Froges et Camargue dans son *usine de Beyrède* (5000 kw) par un canal de dérivation de 2650 m. et une chute de 57 m. La production annuelle de 40 millions de kwh est utilisée dans l'usine d'aluminium de Beyrède et l'usine de corindon de Sarraucolin qui appartiennent à cette Société.

De même la Société de Sainte-Marie de Gragny possède la petite *usine de Hèches* (750 kw.) destinée à ses propres besoins. Une autre usine de 2060 kw. pourrait enfin être construite sur un petit affluent de la Neste, le Lavedan, ce qui porte à 20.000 le nombre de kw. encore inutilisés.

Le Bassin de la Neste possède donc à l'heure actuelle une puissance installée de 167 000 kva et une puissance normale disponible de 50.000 kw. soit une capacité de production de 440 millions de kwh. C'est donc un des mieux pourvus des Pyrénées.

V. — Le bassin de l'Adour.

Le Bassin de l'Adour est loin de présenter, au point de vue de la houille blanche, le même intérêt que ses voisins. Le régime de l'Adour est, en effet, des plus inconstants et le fleuve serait presque à sec pendant l'été, s'il ne recevait le tribut bienfaisant de l'Adour de Lesponne et si le lac Bleu ne lui servait de régulateur.

La Société Force et Lumière des Pyrénées, autrefois Société

Electro-Métal, a cependant entrepris d'aménager la haute vallée de l'Adour et d'équiper la chute d'Artigues sur l'Adour de Garets, émissaire des lacs de Caderolles juchés à 2000 m. d'altitude. Le projet consisterait dans l'aménagement du lac de Gréziolles (4 millions de m³) puis de 2 autres lacs retenant 6 millions de m³. Un canal d'amenée de 4300 m. et une chute de 810 m. permettraient de créer une usine de pointe de 10 000 kva avec une puissance normale disponible de 3040 kw. Mais la construction des trois chutes envisagées porterait cette puissance à 6200 kw.

La Société Electro-Métal avait entrepris en 1917 l'équipement de la chute de Gripp (1730 kw) pour satisfaire aux besoins de l'électrometallurgie. Cette usine terminée depuis la guerre a changé de destination en même temps que la Société. Son canal d'amenée de 1400 m. emprunte les eaux de l'Adour qui sous 150 m. actionnent 2 groupes de 1500 kva.

D'autre part la Société hydroélectrique des Chutes de Bigorre a projeté de créer à *Ste-Marie de Campan* une usine qui capterait les eaux de l'Adour en aval de Gripp et aurait une puissance de 4950 kw.

Sur l'Adour de Lesponne, la Société Force et Lumière des Pyrénées a construit une petite usine de 370 kw. alimentée par le lac Bleu, l'*usine du Chiroulet* qui produit 3 millions de kwh. Mais la Société hydroélectrique des chutes de Bigorre a décidé l'installation d'une grosse usine à *Ste-Marie de Campan* (12.000 kva de puissance installée). Cette usine, située au confluent de l'Adour et de l'Adour de Lesponne afin de bénéficier de l'ampleur des débits, aurait une puissance de 4950 kw. Une autre usine pourrait être établie à *Campan* (4270 kw.)

Signalons encore que divers projets d'installation de chute (*Lac Bleu, Traouessarou et Gerde*) donneraient au bassin de l'Adour une puissance supplémentaire de 6180 kw,

Si l'on fait abstraction des nombreuses chutes de faible puissance aménagées par l'industrie locale autour de Bagnères de Bigorre, la Haute Vallée de l'Adour a été jusqu'ici presque complètement délaissée. Sur tout le cours moyen de l'Adour, aucun aménagement n'est possible, car la construction de barrages risquerait d'entraîner la submersion d'une vallée prospère. La marée se fait enfin sentir sur tout le bas Adour. Pour

un cours d'eau de 110 km, l'Adour est donc très pauvre en usines installées (2100 + 11.150 en construction) pauvre aussi en projets (12.000 kw.), surtout quand on la compare aux modestes torrents de la montagne.

VI. — Le bassin du Gave de Pau.

Issu des vastes glaciers de Gavarnie, recevant par des infiltrations souterraines la majorité des eaux du Mont Perdu, grossi d'innombrables torrents eux-mêmes alimentés par des neiges et des glaciers, le Gave de Pau roule au fond de gorges étroites et profondes où la nature du sol a grandement facilité les aménagements qui y furent réalisés.

Le gave de Gavarnie, artère maîtresse du bassin à son origine, pourrait à Gavarnie même alimenter une puissante usine grâce à la possibilité de créer dans l'ancien lac de la Prade une retenue de 11 millions de m³. Mais le tourisme s'opposerait à cette opération qui risquerait de défigurer un site célèbre dans le monde entier.

C'est à la Société Hydroélectrique de la Cère que revient le mérite d'avoir entrepris l'aménagement du Gave de Gavarnie, par la création de 4 usines :

— *L'usine de Gèdre*, encore en projet, qui empruntera les eaux du Gave de Gavarnie et du Gave d'Héas et bénéficiera d'une chute de 480 m. Sa puissance atteindra 11.270 kw. et la production annuelle 100 millions de kwh.

— *L'usine de Luz* qui est en service depuis 1927. Un barrage construit en aval de Gèdre permet de retenir 300.000 m³ et un canal souterrain de 12 km, qui capte sur un parcours des eaux du Cestrède et du Barada, aboutit à une chambre d'eau de 30.000 m³. Deux conduites forcées amènent alors les eaux, par 320 m. de chute, sur 3 groupes turbo-alternateurs de 33.000 kva au total. La puissance normale disponible est de 14.400 kw et la production annuelle dépasse 125 millions de kwh.

À Luz, le Gave de Gavarnie se grossit du Bastan enrichi par les eaux du Néouvielle, des lacs d'Escoubous de la Glaive et d'Aygues Cluses. Plusieurs chutes sont en projet : *Barèges* (5520 kw.), *Betpouey* (12.250 kw.), mais n'ont pas encore été mises en chantier. La Société hydroélectrique de la Cère a, par

contre, barré le Bastan à Cabadur et construit un canal d'amenée de 4700 m. qui capte sur son parcours les eaux du Laguès et par un syphon celles du Logou : il aboutit à une cheminée d'équilibre construite dans le rocher, et une conduite forcée alimente sous une chute de 380 m. les trois groupes de 6000 kva de l'*usine d'Esterre*. Sa puissance normale disponible est de 7550 kw. d'où une production de 65 millions de kwh.

Enfin la Société hydroélectrique de la Cère a décidé la construction de l'*usine du Pont de la Reine*. Malgré une faible hauteur de chute (75 m.) le débit capté du Gave de Gavarnie (16 m³) donnera une puissance de 4580 kw. Cette nouvelle installation remplacera la petite usine actuellement exploitée au Pont de la Reine (720 kw.).

A Pierrefitte le Gave de Gavarnie reçoit les eaux du Gave de Cauterets, la plus furieuse des rivières Pyrénéennes, dont les eaux écumantes fond l'admiration des touristes. On a envisagé de discipliner les torrents de Lutour et de Jerret, qui précipitent leurs eaux par la belle cascade de Pisse-Arras, afin d'équiper la chute de *Mauhourat* (8650 kw). Le débit d'étiage serait régularisé par le lac d'Estom et par divers réservoirs facilement utilisables. De même on avait pensé drainer les eaux du lac de *Gaube* sur une chute de 625 m. qui assurerait plus de 4000 kw. Mais ce projet est paralysé par l'obligation de suspendre pendant la saison la marche des turbines pour conserver aux cascades du pont d'Espagne leur sublime beauté. Enfin une autre chute pourrait être équipée à *Calypso* (8800 kw).

Actuellement le Gave de Cauterets actionne seulement la petite usine de *Calypso* de la Société Pierrefitte-Luz Cauterets et en partie l'*usine de Soulom*. Car, située au confluent des gaves de Pau et de Cauterets, l'usine de Soulom est la juxtaposition dans un même bâtiment de 2 usines distinctes utilisant chacune les eaux et l'un des gaves.

— *Chute du Gave de Cauterets*. La prise d'eau a été établie en amont de l'usine de Calypso, mais les eaux issues de cette usine rejoignent le canal d'amenée de Soulom qui, de 1 m. de diamètre, s'élargit à 4 m 50 après trois km. de parcours, puis à 12 m. afin de constituer un réservoir journalier de 22.000 m³. Trois conduites forcées alimentent sous une chute de 260 m. trois groupes turbo-alternateurs d'une puissance totale de

9450 kva. La puissance normale disponible est de 6900 kw.

— *Chute du Gave de Pau.* Le débit du Gave de Pau est beaucoup plus considérable, un canal d'aménée de 6300 m. de long et 2m. de large en dérive 5 à 6000 l. s. Ce canal aboutit à une chambre de prise en charge formant réservoir horaire de 2000 m³ d'où partent trois conduites forcées. La hauteur de chute est de 119 m. et la puissance installée des trois groupes turbo-alternateurs de 8100 kva. Comme la puissance normale disponible de cette chute est de 5500 kw., la production totale de l'usine de Soulom peut atteindre 105 millions de kwh.

Le Gave de Pau, définitivement formé à Pierrefitte, reçoit d'abord le Gave d'Isaly qui actionne l'*Usine de Villelongue* (2280 kw) à la Société Pyrénéenne de Silico Manganèse, puis le Gave d'Azun dont les deux branches le Gave d'Arrens et le Gave d'Estaing, nés dans le massif du Balaïtous, se prêtent à un aménagement d'ensemble particulièrement intéressant en raison de la déclivité de leur cours et de la présence de lacs facilement utilisables.

La Société des Forces Motrices d'Arrens, constituée en 1928, a établi un programme comprenant l'équipement de quatre chutes et l'aménagement des lacs de Migoelou (12.000.000 m³) de Poueylaun (1 200.000 m³) et d'Estaing (12.000.000 m³) qui régulariseraient le débit utilisé par ces usines.

— *La Centrale de Migoelou* alimentée par les lacs de Migoelou, de Gassiedoat et de Suyen. Puissance maximum 13.000 kw.

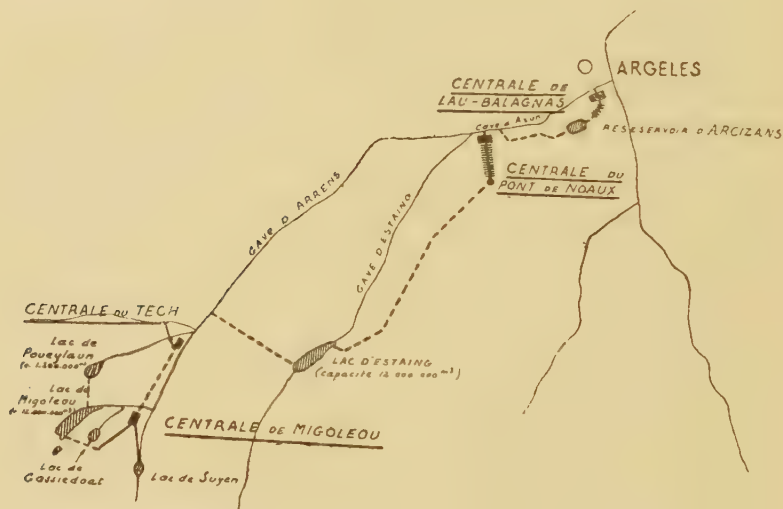
— *La Centrale du Tech* alimentée par les eaux issues de Migoelou et les eaux du lac de Poueylaun. Puissance maximum 7000 kw.

— *La Centrale de Pont de Nouaux* (1) dont le projet est particulièrement intéressant. Les eaux du Gave d'Arrens captées en aval de la Centrale du Tech seraient détournées dans le lac d'Estaing et ainsi régularisées seraient conduites par un long canal d'aménée jusqu'à la chute de 560 m. du Pont de Nouaux. La puissance maximum installée atteindrait 36.000 kw. et la

(1) La construction des 2 usines supérieures est encore incertaine, mais la centrale du Pont de Nouaux sera certainement vite réalisée. Actuellement le lac de Migoelou sert de réservoir auxiliaire pour la centrale de Lau Balagnas en attendant qu'il soit compris avec le lac d'Estaing dans l'équipement général des hautes vallées.

puissance normale disponible 15.000 kw. soit une production de 130 millions de kwh.

— La Centrale de Lau Balagnas inaugurée en juin 1932 est alimentée par un barrage sur le Gave d'Azun en aval du Pont de Nouaux et un canal d'amenée souterrain de 3029 m. de long et 2 m 60 de diamètre ; il aboutit au réservoir artificiel d'Arcizans



zans de 400 000 m³ de capacité. Ce réservoir permet de mettre en réserve pendant les heures de faible charge l'eau dérivée et d'utiliser au contraire pendant les heures de pointe un débit très supérieur à celui du Gave. Un second canal d'amenée de 760 m. de long et 3 m. de diamètre est suivi de la conduite forcée de 1 m. 70 qui sous 195 m. de chute alimente les 2 groupes turbo-alternateurs de 7500 kva. Une deuxième conduite forcée et deux nouveaux groupes de 7500 kva porteront la puissance de l'usine à 30.000 kva. La puissance normale disponible est de 7100 kw., soit 65 millions de kwh.

Signalons sur le Gave de Pau les travaux de l'usine de Beaucens (4600 kw.), l'installation de la Compagnie des Tramways

de Lourdes à *Peyrouse* (950 kw.) et en aval de Lourdes le projet, très lointain, de la Société des Mines d'Arrens : le remplacement des 2 chutes prévues à *Saint-Pé* et à *Betraram* (8000 kw. au total) par une seule chute plus puissante. Les eaux du Gave seraient en partie détournées dans un réservoir artificiel de 1.130.000 m³ qui alimenterait une centrale de 20.000 kw. construite à *Coarraze*.

C'est près de *Coarraze* que le Gave reçoit son affluent de gauche, le gave d'Ouzom, dont l'aménagement mérite d'être étudié.

La Société des Forces Motrices de l'Ouzom, constituée en 1928, est devenue ou en instance de devenir concessionnaire de l'ensemble des chutes prévues sur le cours de l'Ouzom, depuis le Litor jusqu'à Arthez d'Asson : *Arbéost*, *Baburet*, *Nogarot*, *Arthez* et *Arthez d'Asson*. Cette situation a permis à cette Société de réduire à 3 le nombre des usines à installer sur l'Ouzom, afin d'obtenir un aménagement plus rationnel du Gave.

— *Une Centrale supérieure* dénommée d'*Arbéost-Teilhède* alimentée par un réservoir à établir au Litor qui emmagasinera les eaux des torrents du Baoudes, du Lascurettes, du Lautzas et du Lascassies, préalablement captés. Le barrage permettra de relever le plan d'eau de 30 m. et d'utiliser 5.200.000 m³. Après un canal en charge de 240 m., le canal d'amenée de 4100 m. conduira les eaux à la chambre d'eau, d'où partiront 2 conduites forcées alimentant 3 groupes turbo-alternateurs de 9000 kva. L'usine, conçue comme usine de pointe journalière, aura une puissance normale disponible 5750 kw. et une puissance de pointe de 20.000 kw. La production sera de 50 millions de kwh.

— *Une centrale inférieure* dénommée d'*Asson Souste* alimentée par le réservoir dit de Baburet à établir immédiatement à l'aval de l'usine supérieure. Le plan d'eau sera relevé de 24 m. par un barrage qui retiendra 1.200.000 m³ utilisables. Le canal en charge de 120 m. de long recevra les eaux du Hougarou, du Lastettes, tandis que le canal d'amenée de 7735 m. de long captera les eaux de l'Aigue nègre et de l'Aigue blanche. La hauteur de chute sera de 203 m. Equipée de 3 groupes de 9000 kva. l'usine sera aussi utilisée comme usine de pointe journalière. La puissance moyenne sera de 7050 kw. et la puissance de pointe 20.000 kw. Production annuelle, 60 millions de kwh. (1 p. 58).

— Une troisième centrale de 600 kw. construite près d'*Arthez d'Asson* et mise en service en fin 1931. Un barrage sur l'Ouzom dérive 6150 l. s. et le canal d'aménée, partie en souterrain, partie à ciel ouvert, comporte dans cette dernière partie un réservoir horaire de 2200 m³ de capacité. La hauteur de chute est de 15 m. et l'équipement de l'usine comprend 2 groupes de 500 kva.

Le cours moyen du Gave de Pau n'a pas encore reçu d'installation importante : la chute de *Baron* n'a que 60 kw. de puissance et doit en avoir plus tard 1700 : la chute de *Bruckert*, propriété privée de la Société industrielle textile des Pyrénées, doit aussi être transformée de 250 à 1300 kw. ; les chutes de *Coarraze* (4100 kw.) ; *Clairacq* (1340 kw.) ; *Baudreix* (2400 kw.) et *Boeilh* (2500 kw.) ne sont encore qu'en projets fort lointains.

Au delà de Pau nous ne trouvons plus que l'*usine d'Orthez* (1400 kw.) à la Société des Mines d'Orthez ; l'*usine de Castetarbe* (1250 kw.) installée par la Société Hydroélectrique des Basses-Pyrénées. Trois chutes pourraient être aménagées dans cette région à *Baigts*, *Bérenx* et *Puyoo* avec une puissance totale de 11.250 kw.

Ceci porte à plus de 120.000 le nombre des kw. en projet dans le bassin du Gave de Pau, dont la puissance normale disponible en état de marche atteint déjà 48.950 kw. C'est donc l'un des mieux pourvus des Pyrénées.

VII. — Le bassin du Gave d'Oloron.

Le Gave d'Oloron est formé par l'apport, à Oloron, des eaux du Gave d'Ossau et des eaux du Gave d'Aspe. Nous étudierons donc successivement les remarquables aménagements qui ont été réalisés dans ces deux vallées par deux sociétés bien différentes : la Compagnie du Midi et la Société des Forces Motrices de la Vallée d'Aspe.

(1) Les chiffres ci-dessus pourraient être largement modifiés si l'on fait varier les cubes utilisables dans les réservoirs : au Litor on pourrait avoir 9.500.000 m³ disponibles.

La mise en service de ces 2 usines ne peut être envisagée avant plusieurs années. Elles fourniraient, d'une part, de l'énergie de pointe et d'autre part, alimenteraient une usine électrométallurgique à construire à Coarraze-Nay pour traiter le minerai des mines de fer de Baburet.

A. — LA VALLÉE D'OSSAU.

Les installations hydrauliques exécutées par la Compagnie du Midi dans la vallée d'Ossau offrent l'exemple le plus complet existant en France de l'aménagement intégral d'une vallée grâce à l'utilisation de réservoirs annuels et de réservoirs journaliers pour régulariser la production d'une série d'usines en cascade.

Le Gave d'Ossau (voir carte) est formé, au hameau de Gabas, par la jonction du Gave de Brousset, qui prend naissance aux environs du Col du Pourtalet, et du Gave de Bious qui a sa source près du col des Moines. Son principal affluent de la rive droite, le Gave de Sousouéou, prend sa source dans le lac d'Artouste, près de la frontière espagnole. Ce lac, très profond et d'une superficie de 43 hectares est alimenté lui-même par un bassin versant de 7 km² extrêmement favorisé au point de vue des précipitations atmosphériques en raison de son orientation et de la ceinture de hautes montagnes qui l'entourent.

Dans cette vallée ont été établies trois usines en cascade de puissance comparable :

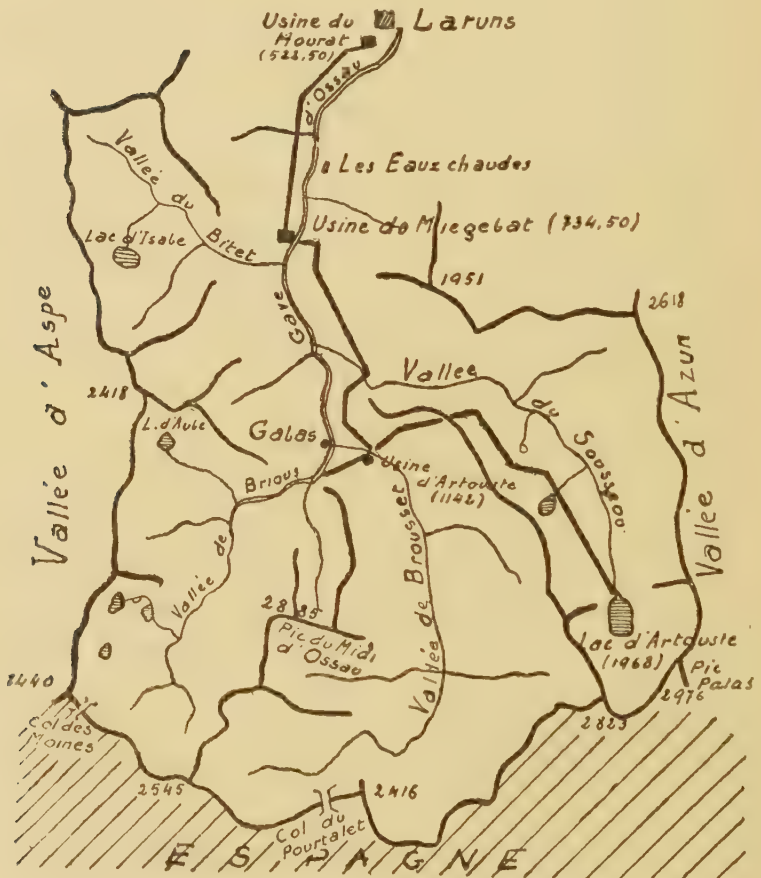
a) *Usine d'Artouste.*

Cette usine, située à 2 km. du village de Gabas, est alimentée uniquement par les eaux du lac d'Artouste. Ce lac pouvait emmagasiner 16 millions de m³ d'eau mais pour pouvoir régulariser la puissance des deux usines basses, on a d'une part surélevé le niveau par un barrage de 25 m. de hauteur ; d'autre part, on a amené dans le lac d'Artouste les eaux du petit lac d'Arrius au moyen d'une galerie forcée et on y a refoulé par une station de pompage les eaux des ruisseaux environnants. L'ensemble de ces travaux a porté la réserve accumulée dans le lac à 23.000.000 de m³.

La prise d'eau dans le lac se trouvant à la cote 1918, alors que le plan d'eau maximum du réservoir atteint la cote 1989, il a été nécessaire de rompre cette charge de 71 m. en créant une chambre de rupture qui donne naissance au canal d'amenée en souterrain. Ce canal de 1 m. 60 sur 1 m. 80 de section et de 8700 m. de longueur s'élargit pour former une chambre de mise en charge de 3 m. $\times$ 3 m. et 200 m. de longueur ; sa capacité de 2000 m³ constitue un réservoir horaire capable

d'assurer des pointes de peu de durée à l'usine. De cette chambre de mise en charge partent trois conduites forcées qui

BASSIN SUPERIEUR DU GAVE D'OSSAU



amènent l'eau aux trois groupes turbo alternateurs Pelton sous une chute nette de 738 m. La puissance installée de l'usine est

de 24.000 kwa. et sa puissance normale disponible de 4800 kw. : soit une production annuelle de 40.000.000 kwh. L'usine doit fonctionner à plein pendant les périodes d'étiage, de manière à suppléer à l'insuffisance des deux usines inférieures.

b) *Usine de Miegebat.*

A leur sortie de l'usine d'Artouste, les eaux sont reçues dans deux réservoirs successifs d'une capacité totale de 95.000 m³ qui forment le réservoir journalier de l'usine de Miegebat. Ces réservoirs à ciel ouvert sont constitués par deux barrages de retenue disposés en cascade et d'une quinzaine de mètres de hauteur chacun. Le réservoir amont (52.000 m³) reçoit, en plus des eaux de l'usine d'Artouste, les eaux du Gave de Brousset. Le réservoir aval (43 000 m³) reçoit les eaux du Gave de Bious, dérivées à l'aide d'un barrage et d'un canal souterrain de 2 km. de longueur.

La prise d'eau de l'usine de Miegebat est accolée au barrage de retenue aval. Sur son parcours, le canal d'amenée reçoit les eaux dérivées du Gave de Soussouéou qui peuvent, soit alimenter directement les conduites, soit refluer vers l'amont, pour participer, pendant la nuit, au remplissage du bassin inférieur de 43.000 m³, une fois le canal d'amenée entièrement rempli.

Le canal d'amenée a une largeur de 3 m. et une longueur de 7924 m., mais sa largeur augmente progressivement de façon à réaliser aux abords de la chambre de mise en charge une réserve d'eau qui, ajoutée aux 95 000 m³ des deux bassins, forme le total de 135.000 m³ nécessaires à la production des pointes journalières de traction. Ce canal d'amenée aboutit à une cheminée d'équilibre complétée par une chambre d'épanouissement creusée dans le rocher. De cette chambre d'eau partent les quatre conduites forcées, qui, après une chute nette de 380 m, se soudent en un seul collecteur et alimentent les cinq turbines Pelton. La puissance installée de l'usine est de 40.000 kwa. et sa puissance normale disponible 14.300 kw. : production annuelle 125.000.000 kwh.

c) *Usine de Hourat.*

Située au pied des gorges du Hourat et 1 km. en amont du village de Laruns (Basses-Pyrénées).

A leur sortie de l'usine de Miegebat, les eaux sont reçues dans un réservoir journalier de 75.000 m³ constitué par un réservoir à ciel ouvert et par le canal d'amenée de l'usine du Hourat lui-même.

Le réservoir à ciel ouvert, obtenu par un barrage placé en travers du Gave d'Ossau, reçoit ainsi, outre les eaux de l'usine de Miegebat, tous les écoulements supérieurs de la vallée. Le canal d'amenée creusé entièrement dans le roc a été établi en charge, c'est-à-dire qu'il supporte la pression statique de l'eau emmagasinée dans le réservoir de tête. Sa longueur est de 5700 m. ; sa section normale de 12 m² augmente progressivement de façon à réaliser aux abords de la chambre de mise en charge une réserve d'eau suffisante pour assurer les pointes immédiates.

Ce canal aboutit à une chambre de mise en charge avec cheminée d'équilibre semblable à celle de Miegebat, d'où partent les quatre conduites forcées qui, après une chute nette de 204 m., se réunissent en un collecteur unique de 134 m. de long et alimentent cinq turbines du type Francis. La puissance installée de l'usine du Hourat est de 40.000 kva. et sa puissance normale disponible est de 11.580 kw. soit une production annuelle de 90.000.000 kwh.

Cet ensemble de travaux remarquables effectués par la Compagnie du Midi dans la vallée d'Ossau a permis d'obtenir des résultats très appréciables. Sans les réservoirs installés par la Compagnie du Midi, les trois usines fonctionneraient avec un régime irrégulier qui varierait de 9000 kw. en étiage à 90.000 kw. en période de hautes eaux, en supposant un armement identique à celui réalisé. Avec l'aménagement de la Compagnie du Midi ces usines fournissent, d'une manière continue, pendant toute l'année 30.000 kw., mais grâce aux réservoirs créés à Miegebat et Hourat, cette puissance peut atteindre, à toute époque, pendant certaines heures de la journée, 60 000 kw. qui assurent les pointes de traction. Enfin, l'ensemble de ces usines fournit près de 260 millions de kwh.

Ajoutons que deux petites usines ont également été installées sur le Gave d'Ossau : *le Cau amont* (120 kw.) par M. Laprade et *le Cau Aval* (450 kw.) par la Société des établissements Barraban. Leur puissance doit être portée respectivement à 670 et

610 kw. De nombreuses chutes sont enfin en projet : *Brousset*, *Bious* et *Soussouéou* (4520 kw.) sur les torrents qui forment le Gave d'Oloron ; *Sesques* et *Bitet* (3340 kw.) dont les concessions ont été demandées par M. Charles Pousset ; *Valentin Supérieur*, *Valentin inférieur*, *Pont de Lauguère*, et *Aste Béon* (5700 kw. au total) ; enfin *Saint-Cricq* (6490 kw.) *Soeix-Ossau* (5900 kw.) et *Gayou* (3050 kw.) toutes trois situées peu en amont d'Oloron. Nous voyons donc que 28.940 kw. sont encore en projet, mais, sauf pour Saint-Cricq concédée à la Société de Penarroya, on ne peut prévoir leur réalisation.

B. — LA VALLÉE D'ASPE.

Le Gave d'Aspe, issu du Somport, a fait l'objet de la part de la Société des Forces Motrices de la Vallée d'Aspe (1) d'un programme d'ensemble comprenant 8 usines dont 5 ont été construites.

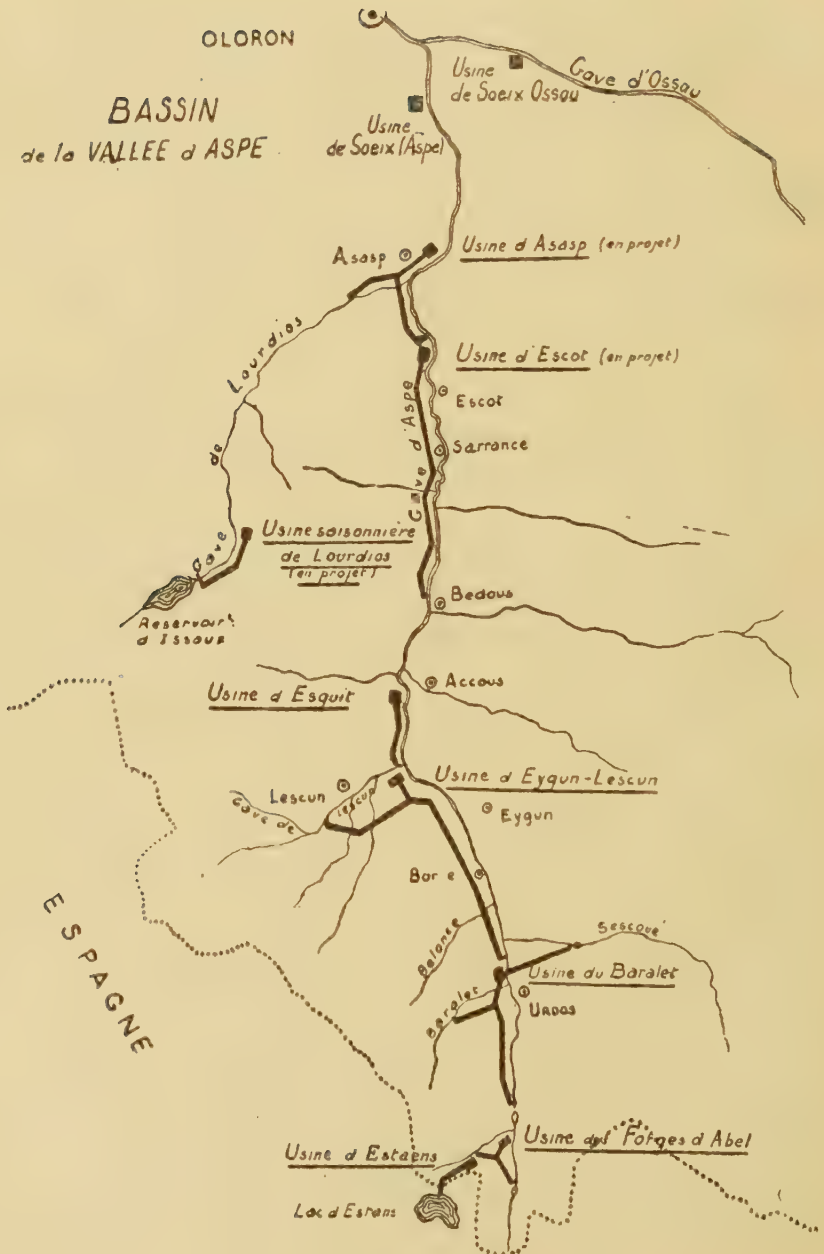
— *L'usine de pointe saisonnière du lac d'Estaëns*. Ce lac a été aménagé en réservoir de 6 millions m³ de capacité. La hauteur de chute est de 460 m. et la puissance de l'usine 1330 kw.

— *L'usine de pointe journalière des Forges d'Abel* (1360 kw.) alimentée par les eaux issues de l'usine d'Estaëns et par les eaux du Gave d'Aspe. Un bassin régulateur de 75.000 m³ a été construit en tête de la conduite forcée. La hauteur de chute est de 160 m.

— *L'usine de pointe journalière du Baralet* (5600 kw.) qui comprend deux chutes : une chute de 460 m. sur le Sescoué et une chute de 336 sur le Baralet et le Gave d'Aspe, régularisée par un bassin de 100.000 m³. La puissance installée totale est de 10.500 kva.

— *L'usine d'Eygün-Lescun* (13.350 km.) que la Société des Forces Motrices du Béarn a mis en service fin 1931, comprend également deux chutes : une chute de 189 m. de hauteur et 3000 l. s. de débit sur le Gave d'Aspe, avec prise secondaire sur le Belonce ; une chute de 321 m. de hauteur et 5000 l. s. de débit sur le Lescun avec prise d'eau secondaire sur le Labadie.

(1) Actuellement, la Société des Forces Motrices de la Vallée d'Aspe a été absorbée par la Société « l'Energie Industrielle », 29, rue de Rome, Paris.



L'usine est régularisée par un réservoir établi en amont de la chute de Lescun.

— *L'usine d'Esquit* (2700 kw.) qui bénéficie du débit du Gave d'Aspe accru de l'apport de la vallée de Lescun riche en précipitations atmosphériques. La hauteur de chute, par contre, est faible : 42 m.

Deux usines concédées à la Société des Forces Motrices du Béarn sont en projet, mais leur réalisation semble assurée.

— *L'usine d'Escot* (9.400 kw) sur le Gave d'Aspe dont un long canal d'amenée de 8 kw. dériverait 18 m³ ; un réservoir intermédiaire régulariserait l'usine dont la hauteur de chute serait de 88 m.

— *L'usine partiellement régularisée d'Asasp* alimentée par les Gaves d'Aspe et de Lourdios. Une hauteur de chute de 42 m. et un débit de 25 m³ assureraient à l'usine 5800 kw.

Enfin on pourrait envisager la création de *l'usine de Lourdios* alimentée par un lac artificiel de 12.000.000 m³, mais ce projet ne semble pas prêt d'être réalisé.

En amont d'Oloron, le Gave d'Aspe n'actionne plus que les 2 petites usines de la Société Hydroélectrique des Basses Pyrénées : *Soeix-Aspe* (900 kw.) et *Ste-Marie* (680 kw.).

Le Gave d'Aspe est donc une des rivières pyrénéennes dont l'aménagement intégral ne saurait tarder ; il fournit déjà 26.000 kw et pourrait en produire 15.000 de plus.

C) — Par contre le GAVE D'OLORON lui-même n'actionne aucune usine intéressante : les projets sont nombreux et consistent dans l'aménagement d'usines d'assez grande puissance : *Légugnon* (3050 kw.) ; *Poey* (6400 kw.) ; *Préchacq* (4180 kw.) ; *Sus* (7320 kw.) ; *Bastanès* (4560 kw.) ; *Narp* (5390 kw.) ; *Barraute* (5800 kw.), soit 36.700 kw. au total. Mais les services du Ministère de l'Agriculture semblent opposés à ces projets, car les populations riveraines voient d'un mauvais œil l'établissement de barrages importants qui nuiraient à l'industrie régionale de la pêche au saumon, dont l'intérêt sportif et touristique pourrait cependant, semble-t-il, être sauvegardé sans nuire à l'aménagement des chutes projetées.

La puissance totale disponible dans le bassin du Gave d'Oloron est à l'heure actuelle de 56.000 kw. pour une puissance installée de 150.000 kva. C'est donc le bassin le plus riche des

Pyrénées, car il faut y ajouter les 83.000 kw. qui sont encore en projet.

Les Pyrénées Centrales ont reçu pendant ces dernières années des aménagements dignes des possibilités remarquables qu'elles offraient aux pionniers de la houille blanche. Après avoir été longtemps délaissées, elles ont pris une place prépondérante dans la production d'énergie électrique pyrénéenne. La puissance normale disponible atteint en effet 202.000 kw. ce qui correspond à 1.755.000.000 kwh. et à 74 % de la puissance actuelle des usines des Pyrénées.

D'autre part 29.540 kw. sont en construction et 420.000 kw. en projet. Les ressources sont donc encore loin d'être toutes exploitées.

SECTION III. — Les Pyrénées Occidentales

Depuis le Pic d'Anie (2054 m.) qui marque la fin des Pyrénées Centrales, « la région occidentale des Pyrénées se distingue des précédentes par des traits nettement accusés : l'abaissement général des sommets, l'absence complète de glaciers et même de lacs, la précoce et rapide fusion des neiges, enfin l'extrême dispersion des eaux ». Ce sont-là des conditions défavorables, mais l'industrie hydroélectrique se trouve favorisée par le régime des pluies qui sont à la fois très abondantes et bien réparties dans l'année. Nous ne trouverons donc pas de hautes chutes, ni de gros débits, mais des ruisseaux suffisamment réguliers qui ont donné naissance à une multitude de petites usines productrices de force (1), dont le succès s'explique non seulement par ces causes physiques, mais aussi par des raisons d'ordre économique : la dispersion des petites industries rurales très nettement accusée dans le Béarn et dans le Pays Basque. Seuls les bassins du Saison et de la Nive possèdent des usines qui méritent d'être signalées.

I. — Le bassin du Saison.

L'une des deux branches du Saison, l'Uhaïtça ou Gave de Sainte-Engrâce, actionne l'*Usine de Licq-Athèrey* qui assure

(1) On en compte 1500 dans le département des Basses-Pyrénées.

8000 kw. à la Société des Voies Ferrées du Midi. Un canal d'amenée de 5712 m. et 2 conduites forcées amènent les eaux du Gave à l'usine sous une hauteur de chute nette de 142 m. Pour régulariser le débit journalier du Gave de Sainte-Engrâce, on a dû aménager une réserve de 3000 m³ en tête des conduites forcées et créer une retenue de 75.000 m³ par un barrage effectué sur le Gave.

Le Saison, qui prête déjà sa force à de multiples petites industries aux environs de Mauléon, fait l'objet de nombreux projets (*Lachamendy* 3300 kw., *Alos Sibas* 3300 kw., *Cottein-Libarrrens* 6100 kw., *Barragary* 860 kw., *Abense de Bas* 780 kw., *Undurein* 1200 kw.), qui permettraient d'obtenir une puissance totale de 24.000 kw.

II. — Le bassin de la Nive.

La Nive, qui traverse tout le Pays Basque, n'a reçu jusqu'ici que des aménagements peu importants (*Itxassou* 500 kw., *Halsou* 700 kw., etc.) malgré l'apport d'une multitude de ruisseaux descendant des Basses-Pyrénées. Seul son principal affluent, la Nive des Aldudes actionne une centrale de plus de 3000 kw., *Banca*, qui appartient à la Société Hydroélectrique des Basses-Pyrénées. Cette usine, située en amont de Saint-Etienne de Baigorri tout près de la frontière espagnole, comprend un canal d'amenée de 4900 m. et un bassin de mise en charge de 4000 m³. La hauteur de chute est de 100 m. Sa production annuelle dépasse 20 millions de kwh.

Le bassin de la Nive est susceptible de fournir une puissance supplémentaire de 25.000 kw. qui se répartiraient en une quinzaine d'usines de puissances très diverses. Parmi les plus intéressantes nous citerons : *Saint-Etienne de Baigorri* 3000 kw. ; *Eyharce* 4500 kw ; *Ossés* 2000 kw ; *Pas de Roland* (supérieure) 4.000 kw. et *Cambo* (supérieure) 1350 kw. L'aménagement de ces chutes est abandonné, momentanément tout au moins. Comme pour le bassin du Gave d'Oloron inférieur et le bassin du Saison, la construction de ces usines se heurterait à l'opposition des services du Ministère de l'Agriculture qui protègent la pêche du saumon. Nul doute toutefois que leur réalisation serait envisagée, si la nécessité s'en faisait vraiment sentir.

Si la région occidentale des Pyrénées est riche en petites installations qui de tous temps ont utilisé la force hydraulique, elle est particulièrement pauvre en centrales hydroélectriques de quelque importance. On peut enfin remarquer que depuis 1914 elle est restée en dehors du puissant mouvement d'aménagement de chutes que nous avons constaté dans les autres régions des Pyrénées. Aussi la puissance normale disponible atteint-elle péniblement 12.000 kw., soit 4 % de la puissance totale des usines pyrénéennes, tandis que les 40.000 kw. qui pourraient être équipés ne font encore l'objet que de projets fort incertains.

CONCLUSION

Il ressort de cet inventaire que la puissance normale disponible des usines pyrénéennes atteint aujourd'hui 275.000 kw. auxquels il conviendra d'ajouter prochainement 31.640 kw. qui sont en cours de construction. Or il y a dix ans, M. Raoul Blanchard estimait qu'en dénombrant les chutes qui avaient fait l'objet de concession, c'était la valeur de 180.000 kw. que l'on s'appropriait à demander aux eaux pyrénéennes ! Quel effort a été réalisé depuis, pour mettre en valeur les Pyrénées si longtemps délaissées ! Pendant la seule année 1931, sur les 101.365 kw. mis en service dans toute la France, 50.490, soit la moitié, le furent dans les Pyrénées, mettant à profit les principes les plus modernes de l'équipement des chutes d'eau : l'utilisation des lacs de haute altitude, l'aménagement rationnel des rivières et la construction de puissantes centrales.

Ces réalisations apportent un démenti formel à ceux qui prétendaient que les Pyrénées ne pourraient attirer les hommes d'action et les capitaux. M. G. Tochon, administrateur-directeur de la Chambre Syndicale des Forces Hydrauliques vient de publier un barème (1) permettant de calculer, selon leur année de construction, le coût des usines hydroélectriques. De 400 fr. en 1900, la dépense à effectuer pour obtenir un kw. de puissance

(1) *Les chutes d'eau.* — Etude économique et financière par M. G. TOCHON.
Librairie ALCAN.

normale disponible s'est élevée à 3900 fr. en 1920 et à 5700 fr. en 1930 pour les usines au fil de l'eau, et à 8 ou 10.000 fr. pour les usines munies de réservoir. Il ressort de ces calculs que les immobilisations réalisées dans les Pyrénées ont dépassé 1.500.000.000 francs.

Mais les rivières pyrénéennes sont encore loin d'avoir livré toute leur puissance et les projets dont nous avons parlé fourniraient 575.000 kw. supplémentaires (1). Beaucoup de ces projets semblent évidemment à lointaine échéance. En période normale, certaines usines seraient certainement bientôt mises en chantiers : celles des hautes vallées de la Têt et de l'Ariège projetées par la Société Hydroélectrique du Midi ; sur la Garonne celles de Beauchalot (3100 kw.) et de Palaminy (16.300 kw.) concédées en 1931 ; sur le Gave d'Arrens : Pont de Nouaux (15.000 kw.) ; sur le Gave d'Ossau : St-Cricq (6420 kw.) et sur le Gave d'Aspe : Escot (9640 kw.) et Asasp (5800 kw.) pour ne citer que les plus importantes. La menace de surproduction dont souffre actuellement l'industrie électrique arrêtera-t-elle leur réalisation ?

Actuellement, en effet, se dessine un mouvement très net de ralentissement de l'aménagement des chutes d'eau. C'est ainsi que les émissions des Sociétés hydroélectriques ont diminué de 1.922.325.000 fr. en 1930 à 940.875.000 fr. en 1931. D'autre part, les demandes de concessions qui s'étaient élevées à 81 en 1930 sont tombées à 51 en 1931.

Enfin,

24 concessions représentant 125 585 kw. furent accordées en 1929 ;

21 concessions représentant 114.070 kw. furent accordées en 1930 ;

15 concessions représentant 47.945 kw. furent accordées en 1931.

La politique actuellement suivie par l'Administration est donc de se montrer plus difficile dans l'accord des concessions et d'exiger, en particulier, la justification de l'emploi des kwh. produits.

(1) Ce qui porterait la puissance normale disponible pour les Pyrénées à 875.000 kw. sur les 1 million de kw. qu'on pourrait obtenir, mais le surplus ne serait pas économiquement réalisable.

N'y a-t-il cependant pas un danger à suivre une telle politique ? Ne doit-on pas craindre que, tandis qu'on freine l'équipement des chutes d'eau, la production des usines thermiques ne continue à se développer librement, barrant ainsi la route aux usines hydrauliques ? On pouvait déjà lire dans le rapport de M. Bedouce sur le Budget des Travaux Publics en 1930 : « Il ressort que la part de l'énergie hydraulique a été en 1925 de 45 % de la consommation totale d'énergie électrique, de 44 % en 1927 et tomberait à 38 % en 1933, même si tous les aménagements en cours étaient menés à bonne fin » ! Nous ne reprendrons pas le fameux argument, employé parfois avec excès, de la diminution de consommation de charbon. Dans une de ses conférences, M. H. Cahen disait « De même que le développement de la lumière électrique n'a pas empêché celui du gaz, de même le développement de la houille blanche n'empêche nullement les progrès de la consommation de charbon ». A la fois agent thermique et agent chimique, le charbon demeurera indispensable pour beaucoup d'industries. De même, il est évident que les régions industrielles du Nord, de l'Est et même la région parisienne, continueront à l'alimenter en énergie d'origine thermique.

La région pyrénéenne, pourtant si riche en houille blanche, possède aussi des centrales thermiques, exploitées souvent par des sociétés hydroélectriques :

— A Perpignan, la centrale de *Mas Pradal* (1850 kw.), appartenant à la Société hydroélectrique Roussillonnaise ;

— A Toulouse, la centrale des *Sept deniers* (3000 kw.) appartenant à la Société Toulousaine du Bazacle ;

— A Carcassonne, la centrale du *Pont-Neuf* (7720 kw.) appartenant à la Société Méridionale de Transport, de Force.

— Près de Pau, la centrale de *Bizanos* (1530 kw.) appartenant à la Compagnie générale du Gaz.

— A Mouguerre (Basses-Pyrénées) la centrale de *Mouguerre* (4250 kw.) qui va être désaffectée. Elle appartient à la Société hydroélectrique des Basses-Pyrénées.

— Dans les Landes, la centrale d'*Hostens* (10.000 kw.) à la Société Minière des Landes.

— Enfin, la centrale de *Bayonne* (20.000 et plus tard 40.000 kw) qui vient d'être construite avec le concours de L'U. P. E. P. O.

de la Société de Penarroya, de la Société hydroélectrique des Basses-Pyrénées et de la Compagnie du Bourbonnais.

Les usines thermiques et les usines hydrauliques ne doivent donc pas être considérées comme des ennemies, mais comme deux sources d'énergie complémentaires. Cependant, ne paraîtrait-il pas choquant que la politique actuellement suivie par l'Administration, que la liberté laissée aux constructeurs d'usines thermiques puissent nuire un jour aux usines hydrauliques ? Car, dans un délai de 75 ans au maximum, l'Etat sera propriétaire des chutes concédées, alors que les usines thermiques resteront la propriété de leurs exploitants.

C'est pourquoi ferons-nous nôtre la solution adoptée par la Chambre Syndicale des Forces hydrauliques qui a toujours encouragé l'aménagement des chutes d'eau. Les usines actuellement en service ou en construction sont capables de fournir pendant la période de hautes eaux une puissance telle qu'elle ne peut être absorbée et ne pourra l'être avant plusieurs années. S'il faut être prudent en ce qui concerne les usines au fil de l'eau, les efforts des constructeurs doivent se porter vers la régularisation du débit des rivières, vers l'utilisation des réservoirs, afin d'équilibrer la production pendant toute l'année.

Ceci est d'ailleurs conforme à l'esprit de la loi du 31 mars 1931 qui accorde des bonifications d'intérêts aux entreprises qui cherchent à remédier à l'irrégularité des débits, par exemple aux travaux du Lac de Caillaouas.

Mais cette solution est aussi particulièrement favorable aux Pyrénées si riches en lacs. Les projets actuels portent sur l'aménagement de 18 lacs principaux, d'une capacité totale de retenue de 180 millions de m³. Ces projets ne doivent pas être abandonnés, car une reprise des affaires que l'on doit espérer prochaine ne manquera pas d'absorber l'excédent actuel et de nécessiter de nouveaux moyens de production. Mais ceci pose de nouveaux problèmes : quels sont les débouchés de l'énergie électrique dans les Pyrénées ?

DEUXIÈME PARTIE

LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS LA RÉGION PYRÉNÉENNE

« La clé du problème de l'électricité est exclusivement dans le développement aussi étendu que possible de la consommation » affirmait, un jour, M. Estrade. Jamais cette parole ne parut aussi vraie que depuis le jour où l'on pût craindre que le marché actuel de l'énergie électrique ne devienne incapable d'absorber la production des usines hydrauliques qui doivent être prochainement mises en service. « L'impossibilité même momentanée pour les sociétés hydroélectriques nouvelles de rémunérer les capitaux investis aurait les plus graves conséquences pour le recrutement des capitaux nécessaires à la mise en valeur de nos ressources en houille blanche encore inexploitées et constituerait ainsi l'obstacle le plus déterminant à la réalisation du programme que nous nous sommes assigné » (1).

Emue par ce danger la Chambre syndicale des forces hydrauliques nommait en 1930 une commission spéciale de producteurs et de distributeurs d'électricité chargés d'étudier la situation actuelle du marché de l'électricité et d'établir des prévisions sur la production et la consommation d'énergie électrique en France jusqu'en 1935. Le rapport de cette commission fut présenté en juin 1931 au Conseil d'administration de la

(1) Lettre du Président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques au Ministre des Travaux publics, juin 1931.

Chambre syndicale des Forces hydrauliques. Il conclut qu'en se basant sur une augmentation annuelle de la consommation de 6,4 % (soit 900 millions de kwh. par an) et sur la mise en service des usines actuellement en cours de construction, on devait prévoir un excédent de 7 % en faveur de la production pour l'ensemble de la France. Pour le Sud Ouest en particulier, qui fut la première région atteinte par ce déséquilibre, la commission prévoyait que la consommation devait augmenter de 1 360 millions en 1929 à 1.860 millions en 1935, soit 500 millions. Mais la mise en service probable des usines en cours de construction devait entraîner un supplément de production de 735 millions de kwh., soit 235 millions d'excédents, qu'il faudrait exporter vers les régions déficitaires.

Hélas ! la Commission avait compté sans l'ampleur de la crise qui, au cours de l'année 1931, devait dépasser les prévisions les plus pessimistes. De son nouveau rapport (juin 1932) il ressort que la consommation totale d'électricité en France tombe de 16.200 millions de kwh. en 1930 à 13.000 millions en 1931 et se trouve même en régression sur l'année 1929 (13.390 millions de kwh.). Tandis que la consommation d'électricité pour l'éclairage, les usages domestiques et même la traction augmentent légèrement, la consommation industrielle, qui forme 80 % de la clientèle des distributeurs, marque un brusque recul de 7 à 15 % et l'électrochimie subit durement la crise qui ramène sa consommation d'électricité de 2.600 millions de kwh. en 1930 à 1.800 en 1931, soit 25 % de diminution.

D'autre part, alors que les nouvelles usines de 1930 ne produisaient que 140 millions de kwh. supplémentaires, l'année 1931 voyait la mise en service des usines commencées au lendemain de la crise de 1926, usines qui jetaient sur le marché 780 nouveaux millions de kwh.

Les premiers mois de 1932 ne laissent pas entrevoir une amélioration sensible de la situation, car de nouvelles usines doivent être en service au cours de cette année, quoique les difficultés de financement aient ralenti l'exécution de bien des projets. Cette crise de surproduction risquerait donc de s'accroître si l'on ne cherchait les moyens propres à écarter ce danger. Les remèdes envisagés sont d'une part la répartition de l'énergie électrique sur toute l'étendue du territoire : ceci est un pro-

blème de transport que nous étudierons dans notre troisième partie ; d'autre part l'accroissement de la consommation d'électricité. La crise qui frappe l'électrochimie, la sidérurgie, les houillères, dépend d'une situation économique qui dépasse de beaucoup la sphère d'action des producteurs d'électricité. Mais pour les autres utilisations de l'électricité cet accroissement est possible.

Nous allons donc étudier les principaux débouchés de l'énergie électrique : électrification rurale, électrochimie et électrometallurgie, électrification des chemins de fer, dans le cadre que nous avons donné à cette thèse : la Région Pyrénéenne. Nous verrons enfin comment on peut provoquer cette extension de la consommation.

CHAPITRE PREMIER

L'ELECTRIFICATION DES CAMPAGNES

Alors que quatre années de guerre et les bouleversements qui l'avaient suivie faisaient craindre que s'aggravât encore ce mal dont souffraient depuis longtemps déjà les régions agricoles, la dépopulation des campagnes, on chercha les moyens de retenir les cultivateurs à la terre.

Il est alors apparu que le remède pourrait être apporté par une amélioration des conditions d'existence et des moyens de production que l'électricité pourrait procurer aux agriculteurs, si ceux-ci l'avaient à leur disposition. Il est évident que l'éclairage par l'électricité est un bienfait qui, devenu indispensable aux habitants des villes, devait être particulièrement apprécié par les agriculteurs pour ses qualités de sécurité, de commodité et d'économie. Mais à cette très appréciable augmentation de leur bien-être, se joignait un autre avantage tout aussi considérable : celui de disposer d'une force motrice qui remédierait, en partie tout au moins, au manque de bras et rendrait moins pénible les travaux des champs.

Aussi un puissant mouvement d'opinion, encouragé par les lois du 16 octobre 1919 et du 19 juillet 1922 qui organisaient la production et le transport de l'énergie, créa le problème d'intérêt national, et encore d'actualité, de l'électrification des campagnes. La réalisation s'avéra cependant plus difficile que ne l'espéraient les apôtres de l'électrification, aussi allons-nous examiner ces difficultés avant d'étudier le gros effort qui fut fourni pour le plus grand bien des campagnes pyrénéennes.

SECTION I. — Les difficultés de l'électrification rurale

I. — Difficultés techniques.

En vérité les difficultés d'ordre technique furent vite réduites. S'il subsiste encore de nombreuses discussions sur le choix des tensions de distribution ou sur le choix de la nature des conducteurs et de leurs supports, la grande longueur des lignes, le grand nombre et la faible puissance des transformateurs pour une consommation d'énergie relativement réduite, ne sont plus aujourd'hui un obstacle à la construction des réseaux ruraux. D'ailleurs, pour résoudre ces problèmes multiples et complexes, les collectivités agricoles peuvent faire appel au concours des ingénieurs du Génie Rural, dont l'intervention est exigée par les Instructions du Ministre de l'Agriculture toutes les fois que lui est demandée une subvention ou un prêt à intérêt réduit. De leur côté ces ingénieurs se concerteront avec les ingénieurs du Contrôle des Distributions d'énergie, qui assurent l'exécution des lois et règlements auxquels sont soumis la création et le fonctionnement de ces entreprises. La collaboration de ces deux Services permet donc de déterminer les meilleurs moyens de desservir les besoins et d'organiser la distribution, en tenant compte des installations existantes, de telle façon que l'électricité soit fournie dans les conditions les plus avantageuses aux agriculteurs.

II. — Difficultés administratives

Le régime des distributions d'énergie électrique a été défini par deux textes principaux dont nous aurons souvent l'occasion de reparler dans cette thèse : les lois du 15 juin 1906 et du 27 février 1925, qui ont institué quatre régimes administratifs :

1° *La permission de voirie sans clause commerciale*, c'est-à-dire ne comportant aucune obligation quant au tarif de vente de l'énergie, à la régularité de l'exploitation, etc... Par suite des abus qu'entraînait une pareille liberté, ce régime a été considérablement limité et modifié par la loi du 27 février 1925. Il ne peut plus être accordé que dans le cas des lignes privées « n'ayant pas pour objet de fournir directement ou indirecte-

ment de l'énergie au public ». Il ne peut donc être employé dans les réseaux de distribution qui nous intéressent ;

2° *La permission de voirie avec clauses commerciales* créée par la loi de 1925. Elle peut être accordée pour les réseaux de distribution publique à la condition que la puissance mise en jeu ne dépasse pas 100 kw., à la condition aussi que soient fixées les clauses commerciales de tarif maximum, de fourniture obligatoire, etc... Le législateur a visé ici le cas d'un industriel qui dispose de quelques excédents d'énergie et accepte d'en faire bénéficier le village dans lequel est située son usine. La concession semblait un régime trop compliqué pour une distribution aussi insignifiante ;

3° *La concession* qui a pour but d'organiser un service public et confère à cet effet certains droits aux concessionnaires tandis qu'elle leur impose certaines obligations.

C'est ainsi que le concessionnaire peut emprunter les voies publiques et user sur la propriété privée de droits tels que l'expropriation, les servitudes, etc..., afin de vaincre l'opposition des propriétaires à l'établissement des lignes.

Par contre le concessionnaire s'engage à construire le réseau concédé dans un certain délai et à fournir l'énergie à un tarif maximum fixé par le cahier des charges, etc... En fin de concession il devra remettre gratuitement le réseau au concédant qui lui remboursera cependant un certain pourcentage des dépenses d'établissement effectuées pendant les dernières années.

La concession est un régime administratif qui s'applique à des situations très variables : aussi a-t-il été nécessaire de créer trois sortes de concessions, suivant le but poursuivi par le concessionnaire : la concession de distribution publique, la concession de distribution aux services publics et la concession de transport dont nous parlerons plus loin.

— *La concession de distribution publique* qui nous intéresse surtout ici, a pour but la livraison de l'énergie aux particuliers. Elle est accordée suivant la zone sur laquelle elle porte, par une commune, un syndicat de communes ou par l'Etat, quand il s'agit d'une zone s'étendant sur plusieurs départements ou quand l'exploitation doit être faite par une Coopérative ou une Société d'intérêt collectif.

— *La concession de distribution aux services publics* a pour but la

fourniture d'énergie en gros aux distributions publiques : c'est donc le régime normal des réseaux de 10.000 à 60.000 volts qui répartissent l'énergie à travers le territoire. Mais il arrive souvent qu'au lieu de fournir l'énergie aux collectivités qui concèdent la distribution publique sur leur territoire, ces concessionnaires obtiennent eux-mêmes toutes les concessions communales ou syndicales de la zone. D'autre part ces concessionnaires peuvent à titre accessoire desservir les particuliers pour un minimum de puissance fixé suivant la tension de la ligne. Ceci est très intéressant pour les industriels qui ne sont plus à la merci des distributions publiques.

4° *La régie municipale ou syndicale de distribution*, organisée par un décret du 8 octobre 1917, est parfois préférée par les municipalités qui désirent exploiter elles-mêmes leur réseau pour être maîtresses de leurs tarifs. Elle présente aussi l'avantage d'être une menace permanente entre les mains des autorités concédantes pour négocier avec les demandeurs en concession.

On remarquera que les Conseils Généraux ont joué et jouent un grand rôle dans l'électrification rurale. Ils ont souvent établi des plans d'ensemble pour l'électrification de leur département et coordonné les projets des collectivités désirant électrifier une partie du territoire départemental (1). Parfois ils ont poursuivi la création d'un réseau à haute tension destiné à fournir toute l'énergie nécessaire aux Collectivités. Souvent enfin ils accordent des subventions importantes qui permettent aux Collectivités de résoudre la plus grande difficulté de l'électrification rurale : le problème financier.

III. — Difficultés financières.

On a pu dire avec raison que les réseaux ruraux représentaient le maximum de dépenses pour le minimum de recettes. Ceci s'explique facilement : pour atteindre les hameaux ou les fermes isolées, ces réseaux doivent être très étendus et par

(1) Ces collectivités peuvent être des communes, des syndicats de communes, des Sociétés agricoles d'intérêt collectif, des Sociétés Coopératives ou des Associations syndicales (Loi du 5 août 1920).

suite très coûteux. Quelques chiffres, qui correspondent à des moyennes, démontrent la malheureuse exactitude de cette assertion. Alors que les réseaux urbains comportent 2 mètres de ligne par habitant desservi, il en faut 20 à 25 pour desservir un agriculteur. Alors que la puissance absorbée est de 50 kw. par kilomètre dans les centres agglomérés, elle ne dépasse guère 10 kw. dans les réseaux ruraux. Les emplois de l'électricité dans les campagnes sont multiples, mais les quantités d'énergie consommée restent faibles et l'utilisation des moteurs y est de courte durée : 100 à 300 heures par an. Le distributeur tire donc un médiocre profit de la puissance qu'il doit immobiliser.

Ces conditions d'utilisation défavorables, auxquelles il faut ajouter la nécessité d'entretenir et de surveiller de nombreux kilomètres de lignes, expliquent pourquoi les Sociétés de distribution ont tardé à étendre leurs réseaux dans les régions agricoles. Si elles avaient construit ces secteurs ruraux, elles auraient dû vendre le courant un prix tel, pour amortir leurs charges financières, que les agriculteurs auraient renoncé à utiliser un procédé, commode certes, mais trop coûteux.

Un syndicat de communes, exemple de Collectivité le plus fréquent, ne trouvera donc un concessionnaire que s'il prend à sa charge une notable part des dépenses de premier établissement (1) et, s'il veut exploiter en régie, il sera obligé de faire

(1) L'établissement des ouvrages peut être fait de plusieurs façons :

— Le concédant peut accorder au concessionnaire une subvention proportionnelle aux dépenses effectives de premier établissement du réseau, mais on peut craindre une majoration fictive du prix de revient ou une dépense excessive dans la construction du réseau.

— Le concédant peut s'engager à construire lui-même le réseau et à le remettre au concessionnaire, chargé de l'exploitation, mais cette méthode peut faire naître des contestations lors de la remise du réseau.

— Enfin le concédant peut accorder une subvention forfaitaire par Km. de ligne indépendamment du coût effectif des ouvrages. Cette méthode est la meilleure, car le concédant est fixé sur la somme qu'il dépensera et d'autre part le concessionnaire est libre de construire à sa guise les ouvrages qu'il aura à exploiter et à entretenir.

En échange de cette participation du concédant aux charges de premier établissement, le concessionnaire perçoit pour son compte une majoration aux tarifs de vente. Cette surtaxe permet au concédant de payer les annuités des emprunts qu'il a dû souscrire. Quand les recettes dépassent un certain niveau on prévoit aussi une redevance spéciale, en général forfaitaire, qui fait participer le concédant aux superbénéfices du réseau concédé.

face à la totalité des dépenses. Mais il pourra faire appel au concours financier de l'Etat qui vient en aide aux Collectivités d'électrification rurale sous deux formes : par des subventions et des prêts à intérêt réduit.

— 1^o *Subventions* : Dès avant la guerre l'Etat encourageait les réseaux ruraux rentrant dans la catégorie des travaux d'améliorations agricoles permanentes, au moyen de subventions du Ministère de l'Agriculture. En 1919 une circulaire des Ministres de l'Agriculture et des Travaux Publics soulignait la nécessité de généraliser ces encouragements, dont les conditions d'accord et la base de calcul furent fixées par un Arrêté du Ministre de l'Agriculture en date du 5 janvier 1924 : « les subsides ne sont accordés que dans la limite des crédits disponibles et ne portent que sur la part des dépenses à effectuer pour satisfaire les besoins agricoles. Le taux des subventions est déterminé d'après la charge par habitant résultant des travaux de premier établissement prévus au projet pour la construction des lignes de haute, moyenne ou basse tension ». La subvention ainsi déterminée ne peut excéder 33 % de la part des dépenses correspondant à des usages agricoles.

Les subventions accordées ne sont pas exclusives des prêts à taux réduit de la loi du 2 août 1923. Mais, si les Collectivités ne bénéficient pas de ces prêts, elles peuvent recevoir un complément de subvention égal à la valeur actuelle de la bonification d'annuité correspondant au montant du prêt auquel elles auraient pu prétendre.

— 2^o *Prêt à intérêt réduit* : La Loi du 5 août 1920 sur le Crédit Mutuel et la Coopération avait déjà accordé des facilités de crédit aux Sociétés coopératives agricoles et aux Sociétés agricoles d'intérêt collectif ayant pour objet de doter une région de réseaux d'électricité. Cette loi avait permis la réalisation pratique de nombreux projets tendant à l'électrification des campagnes par des avances à long terme de 27 millions de francs accordés à une cinquantaine de Sociétés. Ces ressources étaient insuffisantes pour réaliser le programme d'électrification envisagé par le Ministre de l'Agriculture. Il fallait donc mettre de nouveaux fonds à la disposition de la Caisse Nationale de Crédit Agricole.

A la suite de l'étude présentée par M. Tardy, Directeur Géné-

ral de la Caisse Nationale de Crédit Agricole, à la Commission Interministérielle chargée d'établir un programme d'électrification des campagnes, M. Henri Chéron a fait voter par le Parlement *la loi du 2 août 1923* tendant à faciliter par des avances de l'Etat la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes.

Cette loi prévoit que l'Etat peut mettre à la disposition de la Caisse Nationale de Crédit Agricole des avances qui lui permettront de consentir aux diverses Collectivités d'électrification des prêts à taux réduit (3 %) et remboursables à long terme, afin de les aider dans l'établissement et l'exploitation des réseaux ruraux d'électricité. Les prêts sont proportionnés à l'effort personnel déjà réalisé par les Collectivités et les intéressés, sans pouvoir dépasser 100 % du capital réuni par eux, les subventions de l'Etat n'entrant pas en ligne de compte pour le calcul de ces prêts.

Le total des avances pouvant être consenties par l'Etat à la Caisse Nationale du Crédit Agricole en vertu de la loi de 1923 a été fixé au maximum à 600 millions de francs. Les fonds nécessaires sont procurés au Trésor par la Caisse des Dépôts et Consignations dans les limites d'un crédit ouvert chaque année par la loi des Finances. Cette somme de 600 millions correspondait à l'estimation globale de 2 milliards et demi du coût des travaux restants à entreprendre. Car en soustrayant les subventions de l'Etat du capital réuni par les Collectivités et en tenant compte du fait que des avances de la Caisse Nationale du Crédit Agricole ne s'appliquent qu'aux dépenses présentant un caractère agricole, on pouvait estimer que la proportion moyenne de ces prêts ne doit pas dépasser le quart du montant total des dépenses.

Mais cette proportion s'étant trouvée insuffisante, vu les difficultés et les frais qu'ont les Collectivités pour emprunter le capital complémentaire, la loi des Finances du 30 décembre 1928 modifie la loi de 1923 et porte à deux fois le capital réuni par les Collectivités le montant des prêts consentis par la Caisse Nationale du Crédit Agricole.

Pour réunir leur capital, les Collectivités pourront souvent faire appel au concours financier du Département : en Haute-Garonne par exemple, le Conseil Général subventionne les pro-

jets reconnus viables par les Services techniques du Ministère de l'Agriculture et accorde une subvention de 25 à 50 % des dépenses laissées à la charge des Collectivités. Elles pourront aussi recevoir les subventions à fonds perdu des communes, généralement prélevés sur les fonds communaux disponibles ou sur des ressources spéciales (coupe de bois) — les subventions des industriels qui utiliseront le réseau, cet usage réduisant la subvention du Ministère de l'Agriculture — et enfin une subvention du concessionnaire.

La Collectivité trouvera le solde du capital à engager (solde très réduit si tous les concours précités sont cumulés) soit par les souscriptions à fonds perdus des usagers, ce qui est rare ; soit par l'emprunt. Cet emprunt sera contracté auprès d'un établissement de crédit ou sous la forme d'obligations placées parmi les futurs usagers. Le premier procédé étant trop onéreux, il est préférable d'employer le second, qui permet d'obtenir un loyer de l'argent plus faible et fait participer les agriculteurs à une entreprise locale et facilement contrôlable, d'où son succès. L'emprunt sera gagé sur les recettes du réseau revenant à la Collectivité (surtaxes) ou sur les centimes communaux mis en recouvrement seulement en cas d'insuffisance des recettes. Pour éviter ce recouvrement, cause de graves mécontentements si la totalité des habitants n'est pas desservie, il est indispensable de réduire le plus possible le taux d'intérêt du capital initial à constituer, afin d'équilibrer les charges avec les recettes.

Résultats obtenus : Les encouragements accordés par l'Etat pour la diffusion de l'énergie électrique dans les campagnes ont permis d'obtenir des résultats remarquables. Les Statistiques publiées par le Ministère des Travaux Publics font ressortir que sur les 37,981 communes françaises, il restait encore à électrifier :

au 1 ^{er} janvier 1927 :	19.771 communes	représentant	9.674.828 habitants
»	1928 :	16.747	7.956.486 (Recensement 1906)
»	1929 :	13.264	6.227.536 »
»	1930 :	10.584	4.808.262 »
»	1931 :	8.383	3.653.735 »
»	1932 :	6.299	2.531.165 (Recensement 1931)

Quant aux subventions accordées par l'Etat, les rapports sur les opérations faites par la Caisse Nationale du Crédit Agricole adressés chaque année au Président de la République Française, montrent que, sans tenir compte des 27 millions avancés au titre de la loi de 1920, la Caisse avait avancé aux Collectivités depuis la loi du 2 août 1923 les sommes de :

au 1 ^{er} janvier 1926.....	39.665.385 francs
1 » 1927.....	95.172.754 »
1 » 1928.....	143.240.673 »
1 » 1929.....	202.790.476 »
1 » 1930.....	281.119.906 »
1 » 1931.....	407.314.576 »
1 » 1932.....	444.776.926 »
1 » 1933.....	468.373.226 »

Les statistiques et les chiffres ci-dessus montrent clairement l'étendue de l'effort réalisé et l'importance de l'aide apporté par l'Etat et par la Caisse Nationale du Crédit Agricole à l'électrification des campagnes. Si, comme tout porte à le croire, cet effort est poursuivi sans relâche, on peut estimer que vers l'année 1935 l'électrification des campagnes sera terminée, malgré la crise.

Il ne faut cependant pas oublier que les régions qui restent à électrifier sont peu peuplées, que l'établissement de réseaux de distribution y rencontre des difficultés particulièrement grandes et que se pose enfin le problème de l'électrification des écarts.

En effet, il a été nécessaire, non seulement d'échelonner dans le temps la réalisation des projets d'électrification, mais de les limiter dans l'espace « c'est-à-dire d'en exclure pour une première étape les très petites agglomérations insuffisamment peuplées pour faire face de suite et sans charges excessives aux frais d'exploitation et d'entretien ». (Circulaire Interministérielle du 3 août 1927). Une proportion de la population dépassant souvent les 3/4 a pu être ainsi touchée; mais l'éventualité des extensions a dû être envisagée dès la préparation des projets et les cahiers des charges comportent les dispositions utiles pour faciliter la création économique des ramifications ultérieures.

« L'expérience a montré que si l'on veut obtenir des tarifs de vente modérés indispensables pour le développement ultérieur de la consommation, il faut, lors de la première étape, limiter la distribution aux seuls bourgs et villages suffisamment agglomérés pour que la longueur moyenne des lignes par habitant desservi ne soit pas excessive ; ainsi l'exploitation sera en mesure de faire face aux dépenses d'entretien et de fonctionnement du réseau avec les recettes du début qui sont presque uniquement des recettes d'éclairage. C'est pour atteindre ce but qu'on avait limité à un maximum, fixé chaque année par un Arrêté Interministériel, la dépense unitaire maximum à admettre dans un projet d'électrification rurale (600 fr. depuis 1828). L'expérience montre d'autre part que la consommation d'énergie électrique va régulièrement croissant, surtout en ce qui concerne l'utilisation de l'énergie sous forme de chaleur et de force motrice. La situation économique du réseau n'est alors plus la même : ce qui était absurde à l'origine devient dès lors possible » (Circulaire du 1^{er} juillet 1929).

Ces précautions, pourtant justifiées, furent souvent mal comprises des populations rurales poussées par les promoteurs de groupements divers. Elles ne comprenaient pas pourquoi elles étaient exclues des bienfaits de l'électrification considérée désormais comme un droit, si bien qu'on pouvait dire que « Toute la France était en mal d'électrification ». Pour y remédier, l'article 75 de la loi du 30 mars 1929 décide que les projets d'électrification des écarts d'un réseau rural seront subventionnés par le Ministre de l'Agriculture. Cette subvention ne peut être accordée qu'aux travaux concernant les écarts définis comme tels par l'Arrêté du 7 juin 1930, et peut atteindre 50 % au maximum de la totalité des dépenses engagées. Elle n'est d'ailleurs pas exclusive des prêts attribués en vertu de la loi du 2 août 1923. Enfin l'arrêté Ministériel du 6 mai 1932 décide que le taux peut s'élever à 33 % de la partie des dépenses inférieures ou égales à 600 fr. et à 50 % de la partie excédant 600 fr. Tout essai de définition directe de l'écart est remplacé par la notion très claire de la part des dépenses excédant 600 fr. par habitant desservi.

Il semble donc que désormais le problème ait été envisagé dans toute son ampleur par le législateur et que l'électrifica-

tion rurale de la France pourra être considérés comme achevée vers l'année 1935.

SECTION II. — Le problème de l'électrification dans la région pyrénéenne

La région du Sud-Ouest a été longue à comprendre tout l'intérêt que présentait pour elle l'électrification des campagnes. Certains parmi l'élite rurale n'y voyaient qu'un simple engouement sans lendemain pour une nouvelle forme « du machinisme d'après-guerre ». La masse des travailleurs restait indifférente. Enfin bon nombre de distributeurs s'exagéraient les difficultés sans voir les avantages de ce mouvement d'électrification et n'ont admis sa portée économique et sociale qu'après plusieurs années de fausses manœuvres.

Et pourtant, s'il est une région où la solution rapide de ce problème s'imposait, c'était bien le Sud-Ouest où la crise de la main d'œuvre agricole est devenue un danger qu'il faut enrayer à tout prix. En 1860 la population agricole représentait 77 % du total de la population du Sud-Ouest ; elle n'en représente plus 50 % à l'heure actuelle (1). Nous ne croyons certes pas que l'électrification provoquera un retour à la terre, mais nous pensons que plus s'atténueront les différences de travail, de gains, de confort, d'avantages souvent illusoire mais tentants pour ceux qui n'ont fait qu'y goûter, plus, en un mot, se modernisera le cadre dans lequel il vit, moins le rural aura tendance à devenir citadin.

Les conditions économiques de la plupart des départements de la région pyrénéenne n'étaient d'ailleurs pas favorables à l'électrification des campagnes, car, à la pauvreté générale des populations rurales, s'ajoute la dispersion des habitations, cause de charges particulièrement lourdes pour l'établissement des lignes. Mais, quand furent levées les difficultés financières de l'électrification des campagnes, quand l'Etat et les Conseils généraux eurent

(1) Depuis 1860, malgré le développement de Bordeaux et de Toulouse, les 14 départements qui forment le Sud-Ouest ont perdu plus de 700.000 habitants.

apporté à cette œuvre leurs puissants encouragements, les collectivités d'électrification se multiplièrent et obtinrent de rapides résultats qui méritent d'être signalés.

Grâce aux statistiques du Ministère des Travaux Publics et aux renseignements qui nous ont été transmis par MM. les Ingénieurs en Chef du Génie rural des Circonscriptions intéressées, nous pouvons donner un rapide aperçu de la situation actuelle de l'électrification de chaque département des Pyrénées.

I. — Département des Pyrénées-Orientales.

Riche et fertile, le département des Pyrénées-Orientales procéda un des premiers à son électrification, sous l'impulsion de la Société Electrique Ecoiffier. Il fut d'ailleurs aidé par les subventions de l'Etat (6.439.481 fr.) et du département (5 144.280 fr. en quinze annuités égales), mais les collectivités n'eurent pas recours aux prêts de la Caisse Nationale de Crédit Agricole. Les résultats furent très rapides, comme le montre le tableau suivant des communes restant à électrifier :

	Total	1927 (1)	1928	1929	1930	1931	1932
Communes...	234	96	83	82	69	55	48
Habitants....	238.647	20.445	15.978	15.471	13.090	8.972	6.490

mais ces derniers chiffres doivent à l'heure actuelle avoir encore diminué, puisque vingt-quatre communes seulement représentant 3752 habitants n'avaient pas encore fait l'objet d'un projet d'électrification au 1^{er} janvier 1932.

Quand les projets en cours seront exécutés, on pourra considérer l'électrification des Pyrénées-Orientales comme presque achevée.

II. — Département de l'Aude.

Fief de la Société Méridionale de Transport de Force, le département de l'Aude s'enorgueillit d'avoir possédé le premier

(1) Dans ce tableau et les tableaux suivants il s'agit toujours du 1^{er} janvier de l'année considérée. Pour l'année 1932 il est tenu compte du recensement de 1931.

réseau de distribution de France. Depuis la guerre les riches communes vinicoles de l'Aude continuèrent à développer ce réseau avec une régularité remarquable, aidées par l'Etat (18.922.810 fr. de subventions) et le Département qui subventionne les collectivités à raison de 25 % des dépenses engagées; mais ces collectivités n'eurent pas besoin de faire appel aux prêts de la caisse Nationale du Crédit Agricole.

Voici le tableau des communes restant à électrifier :

	Total	1927	1928	1929	1930	1931	1932
	—	—	—	—	—	—	—
Communes...	440	142	101	85	77	44	34
Habitants....	296.880	25.577	17.629	14.819	13.137	6.428	4.570

Si nous enlevons enfin les communes qui ont fait l'objet d'un projet d'électrification avant le 1^{er} janvier 1932, nous trouvons qu'il ne restera bientôt plus que 4 communes, représentant 300 habitants, dépourvues d'électricité.

Dans un an ou deux l'électrification du département de l'Aude pourra être considérée comme terminée.

III. — Département de l'Ariège.

Le département de l'Ariège, qui fut pendant longtemps le plus industrialisé des Pyrénées, posséda très vite un grand nombre d'usines hydroélectriques et d'industries de toutes sortes alimentées par l'énergie électrique. Mais, si la houille blanche fit de si rapides progrès le long de l'Ariège, les secteurs ruraux ne suivirent que lentement ce mouvement d'électrification. Cependant les subventions de l'Etat (10.500.000 fr.), les avances de la Caisse Nationale du Crédit Agricole (243.000 fr.) et l'aide du Département, qui subventionne à raison de 10 à 20 % des dépenses engagées, permirent d'obtenir les résultats suivants :

Communes restant à électrifier :

	Total	1927	1928	1929	1930	1931	1932
	—	—	—	—	—	—	—
Communes.	341	176	168	138	119	111	105
Habitants..	161.265	43.584	41.444	32.388	25.525	23.951	25.652

La lenteur de l'électrification s'explique facilement par la moindre richesse ou la situation géographique défavorable des secteurs restant à électrifier. Toutefois un gros effort vient d'être fourni pendant les onze premiers mois de 1932, puisqu'au 1^{er} décembre il ne restait plus que 77 communes et 20.975 habitants qui n'aient pas encore l'électricité.

IV. — Département de la Haute-Garonne.

Le département de la Haute-Garonne, qui eut l'honneur d'avoir avec Toulouse (249-148 habitants) la première grande ville électrifiée grâce à la houille blanche, présente cette particularité de ne posséder qu'une seule ville importante, la seconde ville du département, Saint-Gaudens, n'ayant que 6500 habitants. Cette absence de centres industriels donna à l'électrification rurale une importance toute particulière. Les basses et riches plaines de la Garonne, de l'Ariège et du Salat, la région de Saint-Gaudens située près des centres de production furent rapidement électrifiées ; tandis que l'électrification des coteaux fertiles du Lauragais, des coteaux de la vallée de la Garonne en amont de Muret, se trouvait retardée par la faible densité de la population et aussi, dit-on, par la mauvaise volonté des Sociétés distributrices d'électricité.

Le tableau suivant des communes non encore électrifiées :

	Total	1927	1928	1929	1930	1931	1932
Communes .	589	379	320	303	269	252	213
Habitants ..	441.799	103.325	76.400	72.534	62.762	59.235	47.646

montre que l'électrification du département s'effectue lentement mais très régulièrement. On constate aussi une certaine tendance à l'accélération, puisque, pendant l'année 1931, près de 22.000 habitants reçurent l'électricité et que 96 communes représentant 21.000 habitants furent électrifiées pendant les onze premiers mois de 1932. Au 1^{er} décembre il ne restait plus que 107 communes et 6 % de la population du département qui fussent encore dépourvus d'électricité.

D'autre part, au 1^{er} janvier 1932, les collectivités d'électrification avaient reçu 34 millions de subventions de l'Etat et em-

prunté 143.000 fr. à la Caisse Nationale du Crédit Agricole. De son côté le Conseil général accorde des subventions égales à 20 ou 25 % des dépenses.

L'électrification du département de la Haute-Garonne est désormais en bonne voie.

V. — Département des Hautes-Pyrénées.

Non seulement le département des Hautes-Pyrénées est extrêmement favorisé par l'abondance des chutes d'eau et la présence des centres industriels importants, mais ses collectivités d'électrification bénéficient de kwh. à tarif très réduit provenant des « réserves » accordées par les usines hydroélectriques établies pendant la guerre et rétrocédées par le Conseil général aux collectivités : celles-ci peuvent donc mettre ce courant à la disposition des concessionnaires et obtenir ainsi des conditions assez avantageuses.

Toutefois, pour que soient vaincues les difficultés particulièrement grandes de l'électrification rurale en pays de montagne, il fallut attendre que deviennent effectifs la participation de l'Etat (11.591.519 fr. de subventions) et le concours de la Caisse Nationale du Crédit Agricole (8.953.380 fr. de prêts). Outre l'emploi des réserves, le Conseil général admet en principe que l'électrification d'une commune ne doit pas revenir à celle-ci plus de 150 fr. par habitant et prend à sa charge l'amortissement des différences entre le montant du projet, d'une part, et, d'autre part, la subvention de l'Etat, la participation des communes et, éventuellement, la participation du concessionnaire.

Désormais l'électrification des campagnes se poursuit rapidement comme le montre le tableau des communes non encore électrifiées :

	Total	1927	1928	1929	1930	1931	1932
Communes.	480	345	297	185	179	127	110
Habitants..	189.993	59.004	58.368	39.350	37.817	25.729	20.165

Au 1^{er} janvier 1932. 80 nouvelles communes avaient fait l'objet de projets d'électrification. ce qui ne laisserait plus que 21.369 habitants sans électricité, y compris la population des écarts.

En 1935 l'électrification du département des Hautes-Pyrénées sera certainement achevée.

VI. — Département du Gers.

Le département du Gers dût aux ressources particulièrement faibles de ses communes, à l'absence de lignes de transport et de voies de communication la lenteur de son électrification. Sa population qui était de 330.000 habitants est tombée à 193.000 en y comprenant 12.000 étrangers. C'est pour arrêter cette décroissance, pour sauver cette région de la ruine que furent consentis de lourds sacrifices moralement justifiés. La Société Pyrénéenne d'Énergie Électrique devint le seul concessionnaire du département, qui fut divisé en plusieurs grands syndicats, dont on effectue progressivement les études et les travaux. Ces collectivités reçurent une aide importante de l'État (23.061.111 fr. de subventions) et de la Caisse Nationale du Crédit Agricole (6.524 000 fr. de prêts) tandis que le Département prenait à sa charge, pendant dix ans, la moitié des emprunts effectués par les collectivités.

Il est facile de se rendre compte, par le tableau suivant des communes non encore électrifiées, du gros effort qui reste à fournir :

	Total	1927	1928	1929	1930	1931	1932
	—	—	—	—	—	—	—
Communes....	466	422	413	410	300	259	234
Habitants.....	193.134	133.973	131.960	128.683	85.982	69.294	59.751

Bien qu'on cherche à desservir les points les plus éloignés, la dispersion des habitations est telle que les écarts restent très nombreux. Si nous ajoutons aux communes non électrifiées la population de ces écarts, nous voyons que 95.284 habitants du Gers n'ont pas encore l'usage de l'électricité. Ce dernier chiffre montre bien toute la difficulté rencontrée : l'électrification du département du Gers est donc loin d'être terminée.

VII. — Département des Landes.

L'éloignement de la houille blanche, l'absence des centres industriels ou de villes importantes expliquent que le départe-

tement des Landes se soit trouvé pendant longtemps très en retard quant à son électrification. Mais pour satisfaire les désirs d'une population enrichie par la vente de la résine et des bois de pins, le Conseil général votait en 1928 le principe d'un plan départemental d'électrification et décidait la création d'un réseau haute tension qui amènerait l'énergie dans toutes les communes du département. A la suite de discussions extrêmement intéressantes sur les moyens à envisager pour aboutir au résultat proposé, la Société hydroélectrique des Basses-Pyrénées se trouva en fait le seul concessionnaire du Département. L'aide de l'Etat ne fit pas défaut aux collectivités, puisque 32.224.630 fr. de subventions leur furent accordés et 824.000 fr. furent prêtés par la Caisse Nationale du Crédit Agricole. De son côté le Conseil général servait aux collectivités une annuité calculée au taux de 5 % et portant sur 45 % de la charge restant à la collectivité, déduction faite des subventions de l'Etat.

Dès lors l'électrification se poursuivit très rapidement, comme le montre le tableau suivant des communes non électrifiées :

	Total	1927	1928	1929	1930	1931	1932
	—	—	—	—	—	—	—
Communes...	334	275	261	259	225	192	129
Habitants ...	237.186	147.819	136.179	133.492	109.597	94.378	59.360

Au 1^{er} janvier 1932, 38 communes seulement n'avaient pas encore fait l'objet de projets d'électrification, ce qui représente, en tenant compte des écarts, 57.392 habitants. Dans peu de temps le département des Landes aura donc rattrapé son retard et ceci est à la louange du Conseil général qui a su associer dans cette œuvre d'électrification les communes riches et les communes pauvres du département.

VIII. — Département des Basses-Pyrénées.

Favorisé par la proximité de la houille blanche et la présence de villes d'eau très fréquentées par les touristes, certaines régions du département des Basses-Pyrénées bénéficièrent de bonne heure de l'éclairage électrique ; mais, par suite de la grande dissémination des habitations, les campagnes restèrent

en général trop longtemps délaissées par les Sociétés distributrices. Actuellement l'aide importante donnée par le Conseil général qui prend 55 % de la subvention principale de l'Etat, l'aide de l'Etat (19.566.236 fr. de subvention) et de la Caisse Nationale du Crédit Agricole (18.935 fr. de prêts) ont permis l'électrification progressive des Basses-Pyrénées, résumée dans le tableau suivant des communes non encore électrifiées :

	Total	1927	1928	1929	1930	1931	1932
Communes.....	560	339	327	285	282	246	167
Habitants.....	422.719	110.570	105.045	88.855	86.393	75.903	52.033

Au 1^{er} janvier 1932, 95 communes n'avaient pas encore fait l'objet de projets d'électrification et, par suite de l'importance très considérable des écarts, 95.324 habitants des Basses-Pyrénées n'avaient pas encore l'électricité. Ce dernier chiffre est très intéressant, car il prouve que le problème de l'électrification devient de plus en plus un problème d'électrification des écarts. Les projets actuels cherchent à desservir 80 ou même 90 % de la population dès la première étape, alors que cette proportion restait faible dans beaucoup de réalisations anciennes. Il faut reconnaître que dans les régions montagneuses l'électrification des écarts rencontre des difficultés particulièrement grandes, mais c'est aussi aux habitants les plus isolés que l'électricité peut apporter le maximum de bien-être et d'aide matérielle.

CONCLUSION

Les conséquences de l'électrification des campagnes

En effet l'électrification des campagnes pyrénéennes peut avoir des conséquences considérables aussi bien sur l'économie sociale que sur l'économie agricole de toute la région.

Ce serait un lieu commun que de décrire les avantages de la lumière qui est le plus indispensable des instruments de travail. Les populations rurales l'ont bien compris et le premier emploi qu'elles font du courant électrique qui leur est fourni, c'est toujours comme source de lumière.

Mais la lumière comporte aussi des applications particulières aux exploitations rurales : par exemple l'éclairage des poulaillers qui permet d'allonger artificiellement les journées d'hiver et d'obtenir ainsi une augmentation sensible de la ponte à une époque où les œufs sont rares et chers. De même l'éclairage des serres à forcer permet d'obtenir en plein hiver des fleurs et des fruits dans des conditions vraiment surprenantes ; mais cette dernière application n'est pas encore entrée dans le domaine de la grande pratique agricole.

La *chaleur* est aussi une application de l'électricité très appréciée des populations agricoles, sous la forme de tous les petits appareils domestiques qui se répandent de plus en plus : fers à repasser, bouilloires, réchauds, etc... Malgré l'exemple de la Savoie nous ne croyons pas que l'usage de la cuisine électrique, du chauffage électrique, des appareils à accumulation puisse se répandre avant longtemps dans les campagnes du Sud-Ouest, dont les moyens financiers sont restreints et la mentalité pas encore assez évoluée : mais ce sont les futurs usages de l'électricité. Une application très intéressante de la chaleur d'origine électrique a déjà été faite aux couveuses et éleveuses par certaines fermes des Pyrénées.

C'est aussi par le *froid* que l'électricité peut venir en aide aux producteurs agricoles : soit pour la conservation de leurs produits, soit pour les travaux de laiterie, soit enfin pour obtenir une meilleure vente des fruits dont la vallée de la Garonne et le Roussillon sont gros producteurs. C'est ainsi qu'on parle d'un projet de chambres refroidies qui permettraient d'alimenter pendant dix mois la région parisienne en raison de table du Roussillon.

Cependant l'utilisation de l'électricité sous forme de *force motrice* nous paraît d'un intérêt beaucoup plus considérable : c'est celle qui doit se développer le plus rapidement dans les campagnes sous la forme de petits moteurs électriques. Par sa simplicité, sa souplesse, son maniement aisé le moteur électrique est le moteur idéal, le seul qui puisse se prêter à toutes les exigences de cette industrie si compliquée, si changeante qu'est l'agriculture, le seul qui puisse être confié à une main-d'œuvre parfois brutale, souvent malhabile. Ces petits moteurs de un ou deux chevaux peuvent servir pour actionner toute une

série d'appareils à l'intérieur de la ferme : hache-paille, coupe-racines, égrenoirs, pompe à eau ou à vin, etc... Ils sont donc d'un précieux secours pour suppléer à une main-d'œuvre déficiente. Aussi leur emploi se répand peu à peu, et encore trop timidement, dans les campagnes pyrénéennes.

L'emploi de moteurs plus puissants (5 à 15 CV) doit de même se développer dans le Sud Ouest, pour le sciage du bois dans les montagnes et dans les Landes ; pour le battage des céréales (on rencontre déjà un certain nombre dans les Hautes-Pyrénées) ; pour les travaux de cave : l'Aude et les Pyrénées Orientales possèdent déjà des caves munies de pressoirs, fouloirs, pompes à vin électriques qui permettent de faire les vendanges plus vite et avec un meilleur rendement. De même les coopératives de vinification qui tendent à se répandre dans ces départements sont munies de moteurs électriques.

La question du pompage de l'eau est particulièrement importante dans le Sud-Ouest et peut le plus souvent être résolue par l'emploi de pompes électriques : soit pour l'alimentation en eau des hommes et des animaux, soit pour la submersion des vieilles vignes du Languedoc afin de lutter contre le phylloxéra, soit enfin pour l'irrigation des régions de culture maraichère du Roussillon, de la banlieue toulousaine, etc... D'excellents résultats ont été obtenus dans la vallée de la Garonne où des moteurs électriques ont permis la suppression des coûteuses têtes mortes des canaux d'irrigation.

Peut-on envisager la diffusion du labourage électrique ? Malgré les efforts de la Société d'Electromoculture, malgré le succès des expériences d'Ondes (12-19 octobre 1921) nous ne croyons pas à un grand développement du labourage électrique dans la région pyrénéenne. Ses avantages sont certains, mais le morcellement des propriétés, la polyculture, et la physionomie accidentée du sol des départements pyrénéens sont des obstacles que seules pourraient vaincre des collectivités organisées, qui grouperaient les exploitations isolées et réuniraient les conditions d'emploi de l'électromotoculture : vastes étendues, capitaux importants, personnel technique, etc...

Beaucoup plus important nous paraît devoir être le développement de toute la gamme des industries à domicile que le moteur électrique peut rappeler à la vie. Organisés en tenant

compte des ressources locales, des habitudes du pays, ces ateliers de famille peuvent remplir les heures creuses, rendre plus fructueuse la condition paysanne, et occuper un certain nombre d'ouvriers pendant la morte saison afin qu'ils puissent fournir la main d'œuvre saisonnière agricole pendant l'époque des grands travaux. Dans les parties montagneuses surtout on peut espérer voir naître nombre de petits ateliers ruraux : métiers du bois, de la laine, de la pierre, etc... C'est ce qu'a tenté « l'Association Economique Ariégeoise » en créant des ateliers d'artisanat familial.

En dehors de ces utilisations de l'électricité propres à chaque ferme l'énergie électrique peut rendre de multiples services à l'ensemble des habitants des villages électrifiés : car elle rend possible certains services tels que la distribution d'eau. Elle facilite aussi la tâche de ces ouvriers si utiles à la campagne que forment depuis quelques années les écoles d'artisanat rural. Elle peut enfin actionner avantageusement les machines des usines coopératives de transformation des produits du sol : laiteries, minoteries, caves de vinification... Verrons-nous d'ailleurs s'amplifier ce timide mouvement de coopération dans le Sud-Ouest si individualiste et si peu enclin à l'action collective ? Nous l'espérons, car la crise agricole montre bien toute l'importance qu'il faut attacher à une organisation rationnelle de l'écoulement des denrées par les producteurs.

Mais l'électrification des campagnes peut avoir aussi de profondes conséquences au point de vue social. La lumière électrique, en allongeant les journées d'hiver, permet la lecture et le développement de l'instruction. De même la T. S. F., en brisant l'isolement dans lequel vivent souvent les populations rurales, peut leur apporter un délassement et des renseignements fort utiles : cours des marchés, prévisions météorologiques. Enfin le cinéma est une distraction très appréciée dans les campagnes.

Les conséquences de l'électrification des campagnes sont telles qu'il faut espérer que, malgré les circonstances économiques défavorables, cette œuvre d'intérêt national sera poursuivie et étendue sans retard aux populations des écarts les plus défavorisées par leur isolement.

Quoique moins avancée que dans certaines régions de la

France, l'électrification a fait ces dernières années de très grands progrès dans la région pyrénéenne et on peut compter que, triomphant des difficultés que nous avons signalées, l'électrification des campagnes sera achevée dans cinq ou six ans.

CHAPITRE II

L'ELECTROCHIMIE ET L'ELECTROMÉTALLURGIE

Les industries électrochimiques se sont implantées dans les Pyrénées au début du xx^e siècle, avec un léger retard sur les Alpes par conséquent, mais leur développement y fut prodigieusement rapide. C'est la fabrication du carbure de calcium qui attira tout d'abord les industriels des vallées de l'Ariège et du Salat ; ces usines ont aujourd'hui disparu. Ce fut en réalité avec la création de l'usine d'*Auzat*, au lendemain de la grande crise de 1907, que naquit l'industrie électrochimique pyrénéenne. En 1910, année d'essor marquée par de nombreuses ententes entre producteurs électro-chimiques, cette nouvelle industrie n'absorbait encore que 20.000 CV et en 1914 ne représentait qu'une faible part des 400.000 CV installés en France pour les besoins des électrochimistes et électrométallurgistes.

Sous l'aiguillon des nécessités nationales, de nouvelles usines se créèrent pendant la guerre pour fabriquer des explosifs chloratés, du chlore, du phosphore ainsi que de l'aluminium, des ferro-alliages et de la fonte synthétique. De 1916 à 1920 540.000 CV. furent installés pour ces industries dont 200.000 dans les Pyrénées. L'armistice surprit cette industrie en plein développement et, si les besoins de la reconstruction des régions dévastées lui permit de continuer à prospérer un certain temps, la crise de 1921 frappa très durement une industrie en pleine voie de réorganisation.

On put alors se demander si toute cette industrie électrochimique pyrénéenne, implantée par la guerre dans cette région, n'allait pas disparaître avec les besoins qui l'avaient fait naître, si elle allait vraiment trouver de nouvelles fabrications et de nouveaux débouchés, maintenant la paix revenue et l'équilibre industriel restauré. Il devint indispensable, pour cette industrie qui absorbe beaucoup d'énergie électrique, d'obtenir du courant à bon marché. Alimenter dans de bonnes conditions les usines électrochimiques fut l'une des causes de la création de l'*Union des producteurs d'électricité des Pyrénées Occidentales*, qui put, d'autre part, trouver un débouché aux excédents considérables de ses adhérents. Dès lors la situation s'améliora très rapidement et cette nouvelle période d'essor dura jusqu'à la grande crise que nous subissons aujourd'hui. Nous allons étudier la situation actuelle de l'électrochimie et de l'électrometallurgie des Pyrénées avant de jeter un coup d'œil sur l'avenir de ces deux industries.

SECTION I. — L'électrochimie

Malgré le risque de certaines répétitions nous préférons classer les usines par production, afin de donner une idée plus précise de chaque genre d'industrie.

I. — **Le carbure de calcium** est produit dans plusieurs usines de puissance très inégale :

— L'usine de Lannemezan, créée pendant la guerre par l'Etat mais terminée depuis l'armistice, appartient à la Société des Produits Azotés, qui vient de construire un four de 11.500 kw. pour fabriquer le carbure dans de meilleures conditions. Ce four, le plus grand de France, a permis d'améliorer considérablement les prix de revient, en permettant d'arrêter les anciens fours trop coûteux, de diminuer la main-d'œuvre, de faire varier la charge selon les disponibilités d'énergie. Cette usine peut produire chaque année 20.000 tonnes de carbure et consommer 100 millions de kwh. fournis par les usines de la Société et l'U. P. E. P. O.

— L'usine de *Marignac* a été construite pendant la guerre par la Compagnie d'Electricité Industrielle. En 1931 cette Société

a fait apport de l'usine à la Société Pyrénéenne d'Electrochimie, qui l'a affermé pour 20 ans à la Société des Produits Azotés. La réorganisation de l'usine de Marignac a entraîné la création d'un four de 11.500 kw., qui a permis d'obtenir un rendement bien supérieur aux installations antérieures, grâce à une réduction très importante des frais généraux et de la main-d'œuvre : wagons spéciaux à vidange automatique amenant la chaux de Saint-Béat à l'usine, distribution des matières premières entièrement automatique, etc... Ce four possède une grande souplesse de marche qui permet de suivre de près les variations de puissance du réseau avec lequel l'usine de Marignac est interconnectée : il est donc un précieux auxiliaire de régularisation, soit qu'on réduise la puissance employée aux heures de pointe, soit qu'on l'accroisse au moment où les excédents sont disponibles. L'usine de Marignac peut produire 15.000 tonnes de carbure de calcium par an.

— L'usine du *Castelet*, qui appartient à la Société Commeny-Fourchambault et Decazeville, possède quatre fours de 400 kw. et un de 500 kw. pouvant produire 1500 à 1800 tonnes de carbure par an.

— L'usine de *Boussens*, qui dépend maintenant de la Société hydroélectrique de la Cère, est alimentée par la Centrale de Mancieux et consomme environ 20.000.000 kwh. annuellement. Sa principale production est le carbure de calcium, mais cette usine, utilisant les eaux de Salies de Salat, riches en chlorure de sodium, produit aussi du chlorure de chaux et de la soude.

— L'usine d'*Auzat*, qui fut à l'origine de la fabrication du carbure dans les Pyrénées, fut créée en 1908 par la Société des Produits électrochimiques et électrométallurgiques des Pyrénées et rachetée en 1914 par la Société d'Alais et la Camargue, devenue depuis la Compagnie Alais, Froges et Camargue. La production possible de 4000 tonnes par an n'est plus qu'accessoire, la caractéristique de l'usine d'Auzat étant la fabrication de l'aluminium.

II. — **La cyanamide** n'est plus produite que dans la seule usine de Lannemezan à la Société des Produits Azotés. Cette usine comprend :

— un atelier de broyage du carbure produit par l'usine elle-même ;

— un atelier de distillation d'air liquide pour la fabrication de l'azote, correspondant à une fabrication de 60.000 tonnes de cyanamide par an ;

— une salle de 240 fours à cyanamide produisant des pains de 1800 kg ;

— un ensemble de 4 silos et des magasins pour le produit fabriqué ;

La capacité de production de l'usine atteint 45.000 tonnes de cyanamide et sa consommation d'énergie approche de 100 millions de kwh. par an.

III. — **L'acide phosphorique et le phosphate d'ammoniaque** sont fabriqués dans la nouvelle usine électrochimique de Pierrefitte-Nestalas édifiée par la Société des Phosphates Tunisiens. Cette usine très moderne, par ses appareils perfectionnés de déchargement des wagons et de manutention mécanique, possède quatre fours de 5000 kw. pouvant produire chacun 5000 tonnes d'acide phosphorique par an. Parallèlement à ce bâtiment principal se trouve la série des appareils destinés à recueillir l'acide phosphorique et notamment les épurateurs Cottrell qui servent à précipiter les dernières poussières d'acide. L'acide ainsi recueilli est stocké dans des récipients doublés de plomb pour être, soit traité par la vente directe, soit transformé en phosphate d'ammoniaque par mise en contact avec le gaz amoniac amené de l'usine de Soulon, distante de 1 km., au moyen d'une double conduite souterraine. L'usine peut produire 20.000 tonnes d'acide phosphorique ou 36.000 tonnes de phosphates d'ammoniaque.

IV. — **L'ammoniaque et le nitrate de chaux** sont produits par l'usine de Soulon à la Société des Phosphates Tunisiens, dans deux installations distinctes :

L'usine d'ammoniaque reçoit de la centrale de Luz et de l'Upépo l'énergie qui est transformée, par 7 groupes de 3750 kw. chacun, en courant continu nécessaire à la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau. L'installation d'électrolyse comprend 4 batteries d'électrolyseurs Knowles et 20 appareils Pechkranz : cet ensemble peut produire 80.000 m³ d'hydrogène

par jour. Une installation, qui comprend 6 tubes de synthèse de 7 tonnes 5, permet de transformer toute la production d'hydrogène en ammoniacque par le procédé Casale, l'azote nécessaire étant obtenue par distillation de l'air liquide suivant le procédé Claude. L'usine peut produire 12.000 tonnes d'ammoniacque par an.

Tout à côté se trouve *l'usine nitratière* proprement dite. L'oxydation de l'ammoniacque se fait suivant le procédé Franck et Caro dans une installation comprenant 40 brûleurs munis de toile de platine de 1 m. de diamètre portés au rouge. Les vapeurs nitreuses sont absorbées dans l'eau sous forme d'acide nitrique. Cet acide est vendu directement et transformé par passage sur du calcaire en morceaux en solution de nitrate de chaux. Après avoir solidifié cette solution on met en sacs imperméables le nitrate obtenu sous forme de grains. La production annuelle peut atteindre 45 à 50.000 tonnes.

V. — L'Office National industriel de l'azote.

Pour en connaître l'origine il faut remonter jusqu'au Traité de Versailles, article 297, qui donne le droit « de liquider les biens, les droits et les intérêts appartenant à des ressortissants allemands » et permet ainsi à la France d'acquérir le procédé Haber de fabrication d'ammoniacque dont la *Badische Anilin und Soda Fabrik* avait pris le brevet : c'est la Convention du 11 novembre 1919.

Devant l'impossibilité d'un accord entre les industries privées et sous l'influence des idées étatistes en vogue depuis la guerre, l'Etat décida d'exploiter lui-même l'usine électrochimique projetée qui présentait, d'ailleurs, un intérêt d'ordre national évident.

Après un projet de régie intéressée présenté par le Gouvernement, après un projet de Société mixte présenté par la Chambre des Députés, le Parlement se mit d'accord sur un projet de la Commission des Finances du Sénat. et, par la loi du 11 avril 1924, votait la création du premier Office Industriel existant en France, *l'Office National Industriel de l'azote*.

Cet Office, qui est sous l'autorité du Ministre des Travaux Publics, est un établissement public, ayant une personnalité

civile et une certaine autonomie financière. Son organe de Direction est un Conseil d'Administration de 18 membres, nommés pour 6 ans sur proposition du Ministre des Travaux Publics. Les pouvoirs de ce Conseil sont très étendus, mais l'approbation du Ministre est indispensable pour certains actes importants : marché à long terme, vente de brevets, etc... Comme la loi de 1924 ne crée pas de monopole de fabrication, il fut indispensable de donner à l'Office une organisation industrielle et commerciale libérée du régime administratif : aussi a-t-on adopté les règles de la comptabilité commerciale, avec bilan de fin d'année, etc... Cependant l'Onia n'a pas de capital : les fonds lui sont avancés par l'Etat sous forme d'obligations amortissables en 50 ans et les bénéfices sont répartis, d'une part, en réserves et amortissements, d'autre part en gratifications au personnel (20 %), le solde créditeur étant versé au Trésor. D'après M. Blaignan, rapporteur du budget des Travaux Publics. 450 millions ont été avancés à l'office par l'Etat, dont 140 millions en 1930. Enfin le contrôle est exercé sous trois formes : le contrôle intérieur sous la forme hiérarchique, le contrôle central par une Commission de Contrôle financier et la Cour des Comptes, le Contrôle parlementaire par les Chambres.

Depuis 1924 les travaux d'aménagement des usines se poursuivirent avec des périodes d'activité et aussi des périodes d'arrêt, si bien que les usines ne commencèrent à produire qu'en fin 1928.

Les installations de l'Onia, situées au bord de la Garonne à quelques km. de Toulouse, comprennent :

1^{re} Une usine de fabrication d'ammoniaque qui se divise en deux parties :

— d'une part les installations de fabrication de l'azote qui permettent d'isoler 120 tonnes d'azote par jour et les ateliers de fabrication de l'ammoniac qui produisent 150 tonnes par jour, ce qui exige la production de 300.000 m³ d'hydrogène pur fabriqué par le procédé du gaz à l'eau ;

— d'autre part les installations concernant la fabrication du sulfate d'ammoniaque, soit par l'acide sulfurique, soit par le gypse. La production totale du sulfate d'ammoniaque peut atteindre 80.000 tonnes par an.

2° Une usine d'acide sulfurique qui comprend 16 fours Bracquelaurent et peut produire par jour 200 tonnes d'acide à 60 degrés.

3° Une usine d'acide nitrique qui fut transformée en 1930 et doublée d'un atelier de fabrication de nitrate d'ammoniaque pouvant produire par an 80.000 tonnes d'un nouvel engrais appelé ammonitre granulé.

Les installations de l'Onia possèdent donc une puissance de production considérable : 800 tonnes d'engrais par jour, sous la forme de sulfate d'ammoniaque, de nitrate d'ammoniaque, de sulfonitrate d'ammoniaque (mélange des deux premiers), d'ammonitre granulé, et de nitropotasse. Enfin le programme de fabrication de l'Onia comprend actuellement la production de 80.000 tonnes de nitrate de soude. Mais l'importance de l'Onia est non moins grande au point de vue de la consommation de matières premières de toutes sortes (1), et surtout d'énergie électrique. Les installations de l'O. N. I. A. utilisent une puissance de 13.000 kw. et consomment plus de 200 millions de kwh qui leur sont fournis par l'U. P. E. P. O. dont elles sont un des plus gros clients.

VI. — Avenir de l'électrochimie.

Malgré les conséquences que l'on peut craindre profondes et durables de la crise actuelle, on peut cependant envisager avec optimisme l'avenir de l'électrochimie pyrénéenne.

En effet la crise a provoqué un mouvement de rationalisation de la production, une recherche de l'abaissement du prix de revient. Nous prendrons pour exemple la spécialisation des usines de Marignac et de Lannemezan, la création dans ces usines de fours à carbure permettant une meilleure utilisation du courant de déchets par la possibilité de faire varier la puissance des fours et une diminution sensible des frais de main-d'œuvre. Que ceci ne fasse pas crier au scandale : l'ouvrier

(1) Pour donner une idée de cette activité, signalons que l'Onia consomme par jour : 250 tonnes de coke, 200 tonnes de charbon, 150 tonnes de pyrite, 250 tonnes de gypse, 250 de carbonate de soude... et plus d'eau que la ville de Toulouse. Le trafic moyen journalier atteint 1500 tonnes.

d'usine n'existe pas dans les Pyrénées ou dédaigne les travaux des fours électriques qu'il juge trop pénibles : les Sociétés électrochimiques y sont donc souvent obligées de faire appel à la main-d'œuvre étrangère, portugaise, ou arabe. Par contre les usines qui ne peuvent suivre ce mouvement sont gravement atteintes et doivent abandonner toute fabrication trop coûteuse : c'est ainsi que Marignac a dû cesser la production de la cyanamide pour laquelle elle avait été créée pendant la guerre.

Quant aux débouchés le carbure est assuré d'un bel avenir : si le gaz acétylène n'est plus employé pour l'éclairage, son emploi se répand de plus en plus pour la soudure autogène. Le carbure a trouvé un nouveau débouché très important dans la transformation de l'acétylène en acide acétique fort employé dans l'industrie de la soie artificielle. Il est enfin la matière première de la cyanamide dont l'emploi tend à s'accroître en France après une longue période d'hostilité de la part des agriculteurs. Afin de diminuer les frais de transport qui grèvent considérablement le prix des engrais et afin d'obtenir une meilleure répartition des commandes, les producteurs de cyanamide ont créé, le 1^{er} juin 1932, un Comptoir de Vente commun, laissant toutefois le soin de faire leur propagande publicitaire au Comptoir de l'Azote.

La progression de la consommation des engrais azotés en France mérite d'être signalé : si on compare la consommation de 1913, soit 12.000 tonnes d'azote, à celle de 1931, soit 180.000 tonnes, on constate qu'elle a subi une augmentation de 250 %. Mais les chiffres concernant l'augmentation de la production ne sont pas moins éloquentes : alors qu'en 1913 la France ne produisait que 17.000 tonnes d'azote, elle pourrait en produire actuellement 250.000 tonnes, soit un tonnage 14 fois plus élevé qu'en 1913.

En ce qui concerne l'azote ammoniacal, la capacité de production française dépasse largement la capacité d'absorption du marché français. L'azote ammoniacal, produit de récupération des usines à gaz et des fours à coke ou produit de synthèse par les procédés Claude, Casale ou Haber, est en effet représenté par le sulfate d'ammoniaque dont les emplois sont surtout agricoles. Les usines de synthèse ne peuvent produire selon leur capacité de production, puisqu'il faut d'abord

écouler les produits des usines de récupération et qu'il ne peut être question d'exportation à l'heure actuelle.

En ce qui concerne l'azote nitrique le problème est tout différent. Produit naturel sous la forme de nitrate de soude du Chili, ou produit artificiel sous la forme de nitrate de soude et de nitrate de chaux, l'azote nitrique a des utilisations agricoles, industrielles (matières colorantes, vernis, peinture, etc.) et militaires (poudres et explosifs). Notre production est nettement inférieure à ces besoins : la France est obligée d'importer chaque année pour 300 millions de francs de nitrate de soude chilien ou de nitrate synthétique allemand et norvégien. La situation de nos voisins est l'inverse : souffrant d'une surproduction considérable et bénéficiant de prix de revient extrêmement bas, les industriels allemands et scandinaves pourraient pratiquer un tel dumping en France qu'ils ne tarderaient pas à tuer notre industrie nationale de l'azote, industrie qu'il est indispensable de sauvegarder puisqu'elle est nécessaire à la défense nationale. Prévoyant que la Convention Européenne de l'Azote du 30 juin 1930 ne serait pas renouvelée, le Gouvernement français décida, le 5 mai 1931, de réglementer les importations étrangères d'engrais azotés. Ce décret réserve donc aux producteurs français le marché national, sauf licences d'importation. C'est ainsi que l'accord franco-allemand du 27 décembre 1931 a permis d'importer en France 150.000 tonnes de nitrate de soude synthétique. En échange de cette protection les producteurs français acceptaient de baisser le prix de tous les engrais de 10 francs en moyenne aux 100 kilos.

Les besoins de la France atteignent aujourd'hui 125.000 tonnes de nitrate de chaux, au lieu de 65.000 en 1930, mais les producteurs français sont en mesure de les fournir. Au contraire la France a besoin de 400.000 tonnes de nitrate de soude et n'en produit que 90.000. Des accords sont en voie de réalisations pour l'importation de la différence. Nous voyons donc tout l'intérêt que représente au point de vue national la nouvelle orientation de l'Onia : la fabrication du nitrate de soude synthétique.

SECTION II. — L'électrométallurgie

Dans les Pyrénées l'industrie électrochimique est loin ne présenter le même intérêt que l'électrochimie. Des trois groupes de fabrications que nous y rencontrons, seul celui de l'aluminium a vraiment de l'importance.

I. — **L'aluminium** est fabriqué par les trois usines de la Compagnie Alais, Froges et Camargue :

— *l'usine d'Auzat* qui produit 2.000 tonnes d'aluminium par an. Mais cette usine peut aussi produire 6.400 tonnes de chlorates avec le sel qui lui vient du salin de Giraud sur la Méditerranée ;

— *l'usine de Sabart*, mise en service en juillet 1929, qui fabrique non seulement 3650 tonnes d'aluminium par an, mais aussi 5000 tonnes d'électrodes. Au détriment de ces fabrications les installations de Sabart permettraient de produire 11.850 tonnes de chlorate ou 12.860 de carbure ou 12.860 de ferro-manganèse ou 3600 de ferro silicium 75 %, si les circonstances l'exigeaient. En pratique, l'usine de Sabart fabrique chaque année une partie de chacun de ces produits de telle sorte que l'ensemble absorbe la totalité de la puissance de l'usine hydraulique (26.000 kw.) et consomme les 125 millions de kw. que celle-ci produit annuellement ;

— *l'usine de Beyrede* qui fabriqua du chlorate de potasse pendant la guerre, puis du silico-manganèse pour le compte de la Société Minière et électrométallurgique du Sud-Ouest. Depuis la crise de 1921 cette usine est passée sous le contrôle d'Alais, Froges et Camargue et produit annuellement 3700 tonnes d'aluminium.

L'énergie nécessaire est fournie par les 3 usines hydrauliques de la Compagnie ou de sa filiale, la Société des Forces Motrices du Vicdessos qui produisent au total 225 millions de kwh. En cas de besoin l'appoint est assuré par l'Upepo grâce à un poste de transformation spécial branché sur le réseau.

II. — **Les ferro-alliages** sont représentés dans les Pyrénées par les ferro-manganèse, le silico-manganèse et surtout le ferro-silicium. Ils sont produits par une poussière de petites usines qui ont bénéficié pendant ces dernières années de prix très

rémunérateurs et d'une demande croissante de la part de l'industrie sidérurgique. Mais elles subissent actuellement une crise particulièrement grave du fait de leur petitesse et de leur mauvaise situation.

Le Silico-Manganèse est produit à Pierrefitte par l'usine de la Société du Silico-Manganèse, alimentée en énergie par la centrale de Villelongue. L'usine comprend six fours de 1600 kw. dont trois sont en marche permanente. Chaque four peut produire par jour 5 tonnes de silico-manganèse avec du minerai de manganèse actuellement importé des Indes.

Parmi les usines qui fabriquent du *Ferro-Silicium* nous citons :

— l'usine de Bedous, créée en 1924 par la Société des Forces Motrices de la Vallée d'Aspe et alimentée en énergie par les usines de cette Société. Elle produit du ferro-silicium à haute teneur ;

— l'usine de Marignac qui, comme produit accessoire, fabrique du ferro-silicium à haute teneur avec un four de 3000 kw ;

— l'usine de Heches aménagée en 1917 par la Société des Usines de Sainte Marie et Gravigny pour la fabrication de la fonte synthétique. Actuellement cette usine produit dans des fours de 800 kw. 600 tonnes de ferro silicium à 45 %. L'énergie lui est fournie par une petite chute d'eau sur la Neste qui assure à l'usine 4 millions de kw h. ;

— l'usine de Pierrefitte Nestalas créée par la Compagnie des Chemins de Fer de Pierrefitte-Cauterets et Luz pour utiliser ses excédents d'énergie à la fabrication de ferro-silicium avec un four de 800 kw. ‡

— l'usine de Villefranche de Conflent appartenant aux Etablissements Keller et Leleux qui produisent du ferro-silicium à basse teneur dans deux fours de 1200 kw.

— l'usine d'Arudy (Basses-Pyrénées) alimentée par une petite chute du Gave d'Oloron. Malgré la faible puissance du four des résultats intéressants ont pu être obtenus avec des minerais de fer siliceux de la région ;

— l'usine d'Orthez (Basses-Pyrénées) qui, alimentée par une chute du Gave de Pau, élaborait du ferro-silicium à 45 % grâce au minerai très pur provenant des mines de fer de Baburet.

III. — **La fabrication de l'acier électrique** n'a été entreprise jusqu'ici que dans trois centres industriels des Pyrénées :

— au Boucau par la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt. L'usine produit aussi du ferro-silicium à basse teneur ;

— à Pamiers par la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville qui fabrique aussi dans cette usine tous les ferro-alliages qui lui sont nécessaires ;

— à Toulouse où les Etablissements Amouroux produisent dans deux fours électriques l'acier nécessaire à ses fabrications de machines agricoles.

Signalons enfin que l'usine de Mercus, à la Société électrochimique de Mercus, produit dans 9 fours électriques 2500 tonnes de boro-carbone et que l'usine de Sarrancolin produit 3000 tonnes de corindon.

IV. — **Avenir de l'électrométallurgie.**

Ce rapide inventaire des usines électrométallurgiques pyrénéennes nous montre que cette industrie ne peut être comparée à l'industrie électrométallurgique des Alpes et fournit une part peu importante de la production française, sauf pour l'aluminium bien entendu. De plus on ne saurait nier que l'électrochimie pyrénéenne ne subit très gravement les répercussions de la crise.

L'industrie des ferro-alliages se trouve, en France, dans une situation très difficile, car elle est hypertrophiée. Ainsi que nous venons de le voir, toute une série d'usines se sont implantées dans les Pyrénées, mais ce sont de petites installations ne possédant pas de fours suffisamment puissants pour obtenir une utilisation vraiment rationnelle du courant de déchets : leur prix de revient s'en ressentirait, si elles ne produisaient elles-mêmes leur énergie ou n'absorbaient leurs propres excédents dans la fabrication des ferro-alliages. Mais ces petites entreprises ont une telle infériorité au point de vue commercial qu'à notre avis une des conséquences de la crise sera de provoquer une concentration horizontale de cette industrie. Nous assisterions ainsi à la répétition du mouvement qui s'est produit dans l'industrie hydro-électrique depuis 1914 : la dis-

parition progressive des petites entreprises. Cette solution semble d'ailleurs indiquée par la situation géographique des industries utilisant les ferro-alliages : les débouchés manquent dans les Pyrénées et il est nécessaire d'exporter les produits pyrénéens, avec de grands frais de transports, vers le Nord ou la région parisienne. Le marché des ferro-alliages est intimement lié à celui des aciers spéciaux et, de même, son avenir. Seule la reprise de la métallurgie pourra rendre à cette industrie la prospérité dont elle jouissait avant la crise.

L'industrie de l'aluminium se trouve certainement dans une situation beaucoup plus favorable. Produit fini par lui même, l'aluminium est aussi un produit bien français. Grâce à ses gisements de bauxite du Var et de l'Hérault, la France produisait beaucoup plus d'aluminium qu'elle ne pouvait en consommer, mais elle exportait une notable partie de sa production. Actuellement ces exportations ont considérablement diminué par suite de la restriction de la consommation qui frappe toutes les industries, mais aussi par suite de la situation malsaine de son concurrent, le cuivre, dont une production à outrance et un stockage considérable ont provoqué l'effondrement des prix. L'aluminium n'est d'ailleurs pas sujet aux spéculations et grâce au Cartel International de l'aluminium créé en 1926, son cours reste stable.

C'est donc avec optimisme que nous pouvons considérer l'avenir de cette jeune industrie dont les nouveaux débouchés s'accroissent chaque jour. Les Pyrénées sont d'ailleurs favorisées par la présence de bauxites dans l'Ariège ; ces minerais, qui conviennent surtout pour la fabrication des ciments fondus et des abressifs alumineux, sont une réserve précieuse pour le jour où les gisements de qualité supérieure seront épuisés.

L'industrie de l'acier électrique et l'industrie de la fonte synthétique ne sont que peu répandues dans les Pyrénées. Mais, par suite de la qualité supérieure et des débouchés sans cesse croissants de leurs produits, ces industries sont certainement appelées à se développer en France et nous avons tout lieu de croire que la région pyrénéenne participera à ce développement.

L'industrie électrométallurgique pyrénéenne subit donc actuellement un temps d'arrêt, une crise de croissance, mais, si nous en jugeons par les ressources minières des Pyrénées qui

sont loin d'être toutes exploitées, si nous en jugeons par les projets plus ou moins lointains que nous avons sous les yeux (projets d'usines de ferros-alliages dans les vallées d'Aspe et de l'Ouzom, projet d'usine de raffinage du zinc à Mouguerre, Basses-Pyrénées, etc...) nous pouvons espérer que le mouvement d'industrialisation des Pyrénées reprendra dès que les circonstances économiques générales deviendront meilleures.

CONCLUSION

Par la variété de leurs fabrications, par leur puissance de production les usines électrochimiques et électrométallurgiques des Pyrénées présentent un intérêt économique considérable, en particulier en matière d'engrais azotés, de carbure et d'aluminium.

Mais si nous nous plaçons au point de vue de la consommation d'électricité, ces industries ont aussi l'immense avantage pour les producteurs d'être un débouché considérable, puisque certaines usines consomment 100 et même 200 millions de kwh par an. Elles forment donc la base même de la consommation d'énergie électrique, si bien que la crise de surproduction que subit actuellement la houille blanche vient en grande partie de la crise qu'éprouvent ces industries.

Ce débouché offre en outre un caractère très particulier, puisque les industries électrochimiques et électrométallurgiques peuvent utiliser le courant de déchets. Il est vrai que certaines industries, comme la sidérurgie, l'industrie de l'aluminium ou du sodium exigent une puissance constante de 24 heures, mais peuvent, excepté la sidérurgie, s'accommoder de courant, variable aux diverses époques de l'année. Par contre les industries du calcium, des ferro-alliages, des électrolyses par la voie humide, qui ont absorbé 800.000.000 kw. en 1929 pour toute la France, peuvent utiliser dans certaines conditions du courant variable saisonnièrement et journalièrement ; mais de trop fréquentes variations dans l'énergie appliquée pourraient avoir de graves inconvénients dans la fabrication, sauf si les fours sont de grande capacité (3000 kw. au moins) et dotés de régulateurs automatiques de tension des transformateurs.

Les industries électrochimiques et électrométallurgiques n'en constituent pas moins d'excellents régulateurs de la consommation d'énergie et des consommateurs tout trouvés du courant de déchets. Ce courant devra cependant satisfaire à deux conditions : il doit être *bon marché*, raison primordiale, puisque c'est cette recherche du courant bon marché qui a poussé les industries électrochimiques et électrométallurgiques à s'installer près des sources d'énergie, quoique souvent loin des matières premières. D'autre part ce courant de déchets ne doit pas dépasser un *certain pourcentage* du courant total utilisé par l'exploitation.

Ces deux conditions sont particulièrement bien réalisées dans les Pyrénées grâce à la création de l'Upépo, qui peut livrer à bas prix ses excédents aux usines électrochimiques et électrométallurgiques. De plus grâce à l'interconnexion des usines hydrauliques et à la grande étendue de sa clientèle, l'Upépo peut leur assurer des excédents dont les variations sont déjà largement atténuées.

Nous avons donc ici un remarquable exemple de l'entraide d'un réseau d'interconnexion et d'un de ses plus gros clients, les industries électrochimiques et électrométallurgiques.

CHAPITRE III

L'ELECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER DU MIDI

L'électrification des chemins de fer français est un problème, qui, après quelques années de demi-sommeil, vient de recevoir un regain d'actualité par suite du nouveau projet d'électrification envisagé par le Conseil Supérieur des Chemins de fer comme mesure à prendre pour remédier au déficit des Compagnies. Un premier programme comprenait 4000 kw. de voies ferrées à grand trafic pour lesquelles l'opération est manifestement payante ; mais, par suite de raisons intéressant la défense nationale, le programme actuellement discuté par le Conseil des Travaux Publics ne comprendrait que 1625 kw. de voie à électrifier.

L'électrification des chemins de fer est aussi l'une des mesures préconisées par la Chambre Syndicale des Forces Hydrauliques, afin d'accroître la consommation d'électricité : l'électrification des 4000 kw. de voies à grand trafic primitivement envisagées représenterait en effet un nouveau débouché de 2 milliards de kwh.

Si les résultats des discussions en cours intéressent au plus haut point les producteurs d'électricité des Pyrénées, ils ne peuvent toutefois beaucoup modifier l'électrification des voies ferrées du Sud-Ouest, car depuis 1902 et surtout depuis 1920 la Compagnie du Midi n'a pas cessé de poursuivre l'électrification progressive de son réseau. Avant d'étudier l'œuvre accomplie par la Compagnie du Midi nous montrerons les avantages

qu'on peut attendre de cette électrification. Nous examinerons enfin les problèmes qui se sont posés à la Compagnie pour l'alimentation en énergie des voies électrifiées.

SECTION I. — Avantages de la traction électrique

I. — Au point de vue économique.

Le premier avantage à attendre de la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur est celui qui provient de la suppression du charbon, car ceci a pour conséquence : la réduction des importations au profit de la balance commerciale du pays, l'indépendance du chemin de fer vis-à-vis des troubles de fonctionnement qui peuvent atteindre les mines, les transports maritimes et les ports. Du fait de la traction électrique la C^{ie} du Midi économise plus de 290.000 tonnes de charbon par an, d'une valeur supérieure à 45 millions de francs. Or, par suite de la situation géographique de son réseau, c'est exclusivement de l'étranger qu'elle pourrait faire venir cet approvisionnement supplémentaire.

D'autres avantages financiers, moins importants, ne sont cependant pas négligeables : économie réalisée sur la main-d'œuvre du service de route, des dépôts et des gares. Une locomotive à vapeur nécessite 2 hommes. Il est possible sur une locomotive électrique, tout au moins sur certains trains, de n'avoir qu'un conducteur assisté en ce cas par le chef de train qui prend place sur la machine. Ce personnel est mieux utilisé car les durées de travail pour la préparation et le remisage des machines sont notablement réduites pour les locomotives électriques. Dans la journée de travail le personnel effectue donc un plus grand nombre d'heures de conduite effective des trains. En outre, la simplicité de conduite d'une locomotive électrique permet de recruter et de former plus facilement le personnel. Le service des dépôts peut être également réduit par la suppression des manutentions telles que stockage, pesage, chargement des combustibles, l'enlèvement des cendres et mâchefers.

L'entretien des locomotives électriques est beaucoup moins dispendieux que celui des locomotives à vapeur dont la chau-

dière et le mécanisme délicat entraînent des frais d'entretien importants. Ainsi, au Midi, ces frais, ramenés au km. train, sont $1/2$ moindres pour la traction électrique que pour la traction à vapeur. La locomotive électrique est moins souvent immobilisée que la locomotive à vapeur pour les réparations et l'entretien. En outre, alors que les machines à vapeur sont généralement conduites par une seule équipe et sont immobilisées pendant le repos de cette équipe, une locomotive électrique peut être, sans inconvénient, conduite successivement par plusieurs équipes. Il en résulte qu'une locomotive électrique fait 2 à 3 fois plus de parcours dans sa journée qu'une locomotive à vapeur, ce qui compense, et au-delà, la différence de prix des deux engins.

Mentionnons encore la suppression des dépenses d'alimentation en eau, la diminution des dépenses de graissage des machines, la réduction des frais d'entretien des voies moins fatiguées par les machines électriques que par les machines à vapeur à efforts alternés, la suppression des fumées qui rend plus facile l'entretien du matériel, la suppression des incendies causés le long de la voie par les escarbilles et les flammèches.

M. de France, dans son rapport au Congrès du Génie Civil de 1918 (Revue Générale de l'électricité, du 6 avril 1918) a tenté d'évaluer ces divers avantages. Il a estimé que, grâce à la traction électrique, on pourrait réduire de 19 % les frais de réparation, de 12 % les frais du service de remorque, de 27 % ceux en service de ligne, de 21 % ceux en service de manœuvre. D'autre part, le temps d'immobilisation des machines peut être réduit de 18 % et le nombre de tonnes kilométriques doit augmenter dans une proportion de 25 %. Ce dernier chiffre est exact pour les lignes de service local, comme *Montrejean-Luchon* ou *Lourdes-Pierrefitte*, où l'électrification permet la mise en service de nombreux trains, mais semble exagéré pour les lignes de grand transit comme *Bordeaux-Hendaye* ou *Dax-Toulouse* où le coefficient de majoration ne peut guère dépasser 10 %.

Par contre, la Compagnie du Midi doit tirer un gros avantage de l'électrification de la ligne Béziers-Neussargues qui permettra la reprise du transport des vins du Midi jusqu'ici dérivés sur les réseaux du P. O. et du P. L. M. La traction électri-

que permettant d'exploiter cette ligne particulièrement difficile Rapportera à la Compagnie du Midi une augmentation de recettes estimée à 12 millions.

Il est difficile de fixer le prix de revient de l'équipement électrique des voies ferrées qui est extrêmement variable. Aussi l'électrification n'est-elle pas forcément avantageuse comme l'ont montré M. Dupin, ingénieur des Ponts et Chaussées (1), et M. Parodi, ingénieur en chef des services électriques du P. O.

Sans entrer dans ces discussions, nous prendrons le bilan de l'opération tel qu'il a été expliqué par M. Tirard dans son rapport à l'Assemblée Générale des actionnaires de la Compagnie du Midi, le 28 avril 1930.

Du côté des charges, les dépenses d'électrification afférentes aux lignes de prise de courant, aux sous-stations de transformation et aux lignes de transport à 10.000 et 60.000 volts se sont élevés à 578 millions, dont la charge annuelle correspondante aux taux effectifs des emprunts de la Compagnie ressort à 45 millions.

L'établissement des lignes à 150.000 volts et des sous-stations correspondantes a coûté 185 millions dont la charge annuelle ressort à 15 millions.

Les dépenses des usines se sont élevées à 310 millions dont la charge annuelle, y compris les intérêts intercalaires et les frais de services et d'entretien des installations, est de 32 millions.

Le total en capital atteint donc 1 milliard et celui des charges 92 millions.

En contre-partie, on trouve :

— les économies de charbon pour 51 millions, correspondant à une réduction de tonnage de 285.000 tonnes au prix actuel de 180 francs (1930) ;

— les 12 millions de recettes supplémentaires de la ligne Béziers-Neussargues ;

— les recettes des excédents de courant produit par les usines de la Compagnie et les recettes du transport du courant des autres usines, soit 30 millions. Le produit des péages augmen-

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, décembre 1923 : Considérations économiques sur l'électrification des chemins de fer.

tera à mesure que seront terminées les nouvelles usines des Pyrénées et on peut compter que les recettes accessoires de vente et de péage paieront, pour les 3/4, les charges dues à la construction des usines et des lignes de transport de la Compagnie.

D'ores et déjà le total des bénéfices directs ainsi chiffrés s'élève à 93 millions et équilibre les charges financières précédemment évaluées. Il convient de ne pas oublier tous les avantages accessoires que nous avons définis plus haut et qu'il est impossible d'évaluer en argent, ni toutes les conséquences heureuses que l'électrification de la Compagnie du Midi eut pour l'économie pyrénéenne et suffirait à elle seule à justifier. Nous aurons l'occasion d'en reparler.

II. — Avantages au point de vue technique.

Un des principaux avantages de la machine électrique sur la machine à vapeur est de pouvoir démarrer plus vite et de pouvoir conserver son allure malgré les variations du profil de la ligne. Une locomotive à vapeur utilise mal son adhérence, ses démarrages sont lents et parfois pénibles. Sa puissance est non seulement limitée par la capacité de vaporisation de la chaudière, mais soumise en outre à tous les aléas dus à la qualité du combustible, aux avaries de chaudières, à la vigueur physique et à l'habileté du personnel de conduite.

Sur les machines électriques, au contraire, on dispose toujours de la puissance normale et on peut momentanément la dépasser. On peut en outre multiplier cette puissance autant qu'on le veut en utilisant la traction à unités multiples.

Le train électrique peut ainsi atteindre très rapidement sa vitesse de régime ; de ce fait la vitesse moyenne de marche peut être élevée sans augmentation de la vitesse maxima. C'est là, en particulier, un avantage très important pour les trains à arrêts fréquents.

De même, à la montée de fortes rampes, la traction électrique permet de remorquer des charges qu'il serait impossible de tirer avec les locomotives à vapeur les plus puissantes ; ainsi les trains de voyageurs qui montaient difficilement la longue

rampe de Capvern (35 mm. par mètre et 10 km. de longueur) à 25 à l'heure avec la traction à vapeur, la montent actuellement facilement à la vitesse de 45 km. à l'heure. De même, rappelons que seule la traction électrique a permis d'envisager, pour la traversée des Pyrénées, l'exploitation de lignes présentant des déclivités de 43 mm. par mètre.

Un autre avantage important de la locomotive électrique réside dans son poids et son encombrement beaucoup moindres à puissance égale que ceux de la machine à vapeur. La cause en est dans la suppression du tender, dans la meilleure utilisation de l'adhérence. C'est ainsi qu'une locomotive à vapeur du type « consolidation » de 125 tonnes et 20 m. de longueur offre un effort de traction moindre que celui d'une machine électrique de 72 tonnes et de 7 m. 80 de long.

Pour toutes ces raisons, la traction électrique permet d'augmenter dans une proportion importante le débit d'une ligne. Par exemple, la ligne de Béziers à St-Flour et Neussargues par laquelle devrait être acheminé le trafic très important en provenance de nos départements viticoles et destiné à Paris et au Nord, était dans l'impossibilité, avec la traction à vapeur, de recevoir ce trafic en raison de son profil à longues rampes de 33 mm. par mètre. Il fallait détourner les marchandises par d'autres itinéraires plus longs mais à profil facile. L'électrification de cette ligne qui vient d'être terminée permet d'assurer le trafic qui lui revient, sans même qu'il ait été nécessaire de faire disparaître les longues sections de voie unique qu'elle présente encore. Ainsi l'électrification d'une ligne arrivée à sa limite de débit permet souvent de différer le doublement des voies et d'éviter, de ce fait, des dépenses extrêmement élevées ; elle permet également pour les lignes nouvelles d'adopter des caractéristiques de tracé et de profil plus accentuées et partant, d'établir ces lignes plus économiquement.

III. — Avantages au point de vue des usagers.

Le voyageur lui-même y trouvera de nombreux avantages : l'augmentation très sensible de la vitesse des trains, l'accélération plus grande des démarrages ont permis de réaliser des

gains de temps considérables sur la plupart des lignes du Midi. C'est ainsi qu'entre Bordeaux et Bayonne le « Basque Bondissant » détient depuis 1927 le record du monde de vitesse.

De plus, la marche beaucoup plus régulière des moteurs électriques diminue les causes de retards et permet de respecter les horaires, avantage très apprécié des voyageurs qui faisaient largement défaut.

Enfin, grâce à la suppression des fumées et escarbilles, causes de désagrément très réels sur les lignes comportant des souterrains ou de nombreux tunnels, grâce à la possibilité d'augmenter le nombre des trains sur les lignes de montagnes, de mettre en service des voitures lourdes et confortables sur les lignes les plus accidentées, les trains électriques sont devenus, pour la desserte des régions touristiques, un moyen de transport particulièrement favorable.

SECTION II. — L'électrification des voies ferrées

I. — Premiers essais.

C'est en 1902 que la Compagnie des Chemins de fer du Midi envisagea pour la première fois l'application de la traction électrique sur son réseau. A cette époque, elle signa avec l'Etat une convention pour l'établissement, entre Villefranche-de-Conflent et Bourg-Madame (36 km.), d'une ligne électrifiée à voie étroite (1 m.) qui desservirait la Cerdagne Française, dont les communications étaient très précaires. On adopta pour la traction le courant continu à 330 volts avec prise par 3^e rail, tension la plus élevée en Europe pour les installations de traction de l'époque. Une usine hydroélectrique de 5200 CV. fut construite à La Cassagne, sur la Tet supérieure, pour alimenter la nouvelle ligne dont le profil était particulièrement difficile : elle part, en effet, de Villefranche (427 m. d'altitude) pour franchir le col de la Perche à 1592 m. et redescendre très rapidement sur Bourg-Madame à 1143 m. Cette ligne a donc nécessité de très nombreux ouvrages d'art (18 tunnels) et présente entre Olette et Montlouis des courbes de 80 m. de rayons et de

longues rampes de 60 mm. Elle fut mise en exploitation en 1910 entre Villefranche et Montlouis et fut complètement mise en service sur tout son parcours en 1911.

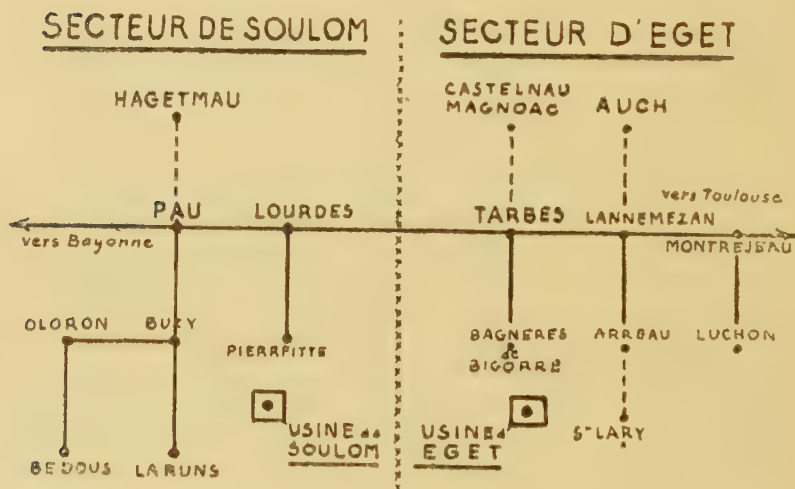
En 1907, la Compagnie du Midi obtint la concession des lignes transpyrénéennes d'Oloron à Canfranc et d'Ax-les-Thermes à Puycerda, étant entendu que ces lignes seraient exploitées avec la traction électrique. Depuis de longues années la construction de ces lignes avait fait l'objet de tractations entre l'Etat français et l'Etat espagnol ; le montant des dépenses à engager pour obtenir un profil acceptable avec la traction à vapeur avait fait reculer l'exécution de ces lignes. L'emploi de la traction électrique permit d'envisager un profil plus difficile comportant des rampes de 40 et même 43 mm. et des courbes de 200 m. de rayon, mais réduisant dans de très fortes proportions le prix de revient général de ces lignes. Les études faites à l'occasion de l'application éventuelle de la traction électrique aux lignes transpyrénéennes amenaient la Compagnie du Midi à envisager l'emploi de l'électricité pour la traction des trains sur un certain nombre de lignes de la région des Pyrénées, en utilisant pour produire l'énergie nécessaire les ressources hydrauliques que ces montagnes possèdent abondamment.

Aussi, de 1908 à 1913, la Compagnie acceptait la concession avec traction électrique des lignes d'Auch à Lannemezan, d'Arreau à Saint-Lary, de Tarbes à Castelnau-Magnoac, de Pau à Hagetmau et de quelques autres lignes nouvelles dans les départements de l'Ariège, de l'Aude et des Pyrénées Orientales. En même temps elle prévoyait l'électrification de la section particulièrement difficile de Pau à Montrejeau, de sa grande ligne de Bayonne à Toulouse et des embranchements de Lourdes à Pierrefitte, de Tarbes à Bagnères-de-Bigorre, de Lannemezan à Arreau-Codeac et de Montrejeau à Luchon, qui pénètrent dans le cœur des Pyrénées et partent de différents points de la section Pau-Montrejeau. Au total le programme d'électrification portait sur 950 km. de lignes à voie normale.

Avant de se lancer dans l'exécution d'un aussi vaste programme, la Compagnie décida de procéder à des essais sur une ligne de montagne à profil difficile et le choix fut porté sur la section de Ille à Villefranche-de-Conflent de la ligne de Perpignan

à Villefranche-de-Conflent. Après de nombreuses études on équipa cette section au moyen d'une caténaire portant du courant monophasé à la fréquence de 16 périodes par seconde et à la tension de 1200 volts. Une usine de 4400 CV., l'usine de Fontdrouse, fut équipée dans la vallée de la Tet et les essais portèrent sur 6 types de lignes catenaires et 6 types de locomotives. Ces essais furent tellement satisfaisants qu'on décida d'adopter le courant monophasé à 1200 volts 16 2/3 p. sec. et d'équiper immédiatement la ligne de Montrejeau et ses 5 embranchements.

Ce fut l'objet de la Convention du 20 juin 1907 ratifiée par la Loi du 2 août 1907, puis de la Convention du 4 juillet 1908 ratifiée par la Loi du 17 juillet 1908, qui prévoient les lignes qui seront électrifiées et les deux usines de *Soulom* et d'*Eget* qui les alimenteront suivant, le tableau ci-dessous :



En 1913 une autre convention passée à l'occasion de lignes nouvelles dans les départements de l'Ariège, de l'Aude, et des Pyrénées Orientales, prévoyait encore la traction électrique pour ces lignes et quelques lignes anciennes, soit encore 330 km. de voies à équiper.

En 1914, l'usine de *Soulom* était achevée et mise en service. La traction électrique fonctionnait sur deux embranchements et sur les autres l'équipement était très avancé ou même terminé. On attendait pour les mettre en service la livraison des locomotives électriques en construction.

Tous ces travaux furent interrompus par la guerre et l'usine de *Soulom* fut affectée à la production d'énergie pour les industries de la défense nationale ; elle alimenta dès 1915 les fours de l'usine de *Soulom* de la Société Norvégienne de l'Azote et envoya de l'énergie électrique à la poudrière de Lannemezan et à l'arsenal de Tarbes. Les travaux de l'usine d'Eget furent repris et poussée avec la plus grande activité en vue de l'alimentation de la poudrière de Lannemezan. Mais l'achèvement de cette usine n'eut lieu que quelques semaines après l'armistice.

II. — Le programme de 1920.

De 1900 à 1918 les applications de la traction électrique gardèrent le caractère de solutions particulières et restreintes sans coordination ni doctrine, sauf peut être pour le Midi.

Les bouleversements économiques de la guerre ont modifié la situation en mettant en évidence les avantages que présentait l'électrification, non plus dans quelques cas et sur des points spéciaux, mais sur une échelle beaucoup plus étendue. Les prix élevés atteints à cette époque par le charbon et surtout les difficultés considérables éprouvées pour son approvisionnement avaient appelé l'attention sur l'opportunité d'utiliser dans toute la mesure possible les forces hydrauliques disponibles. Dès 1919, plusieurs des grands réseaux français avaient mis cette question à l'étude : l'électrification de leurs voies ferrées susceptibles d'être alimentées par les usines hydroélectriques.

Les Compagnies du P. O., P. L. M. et Midi dressèrent un programme d'électrification portant sur plus de 9000 km. de lignes qu'elles soumirent à l'approbation du Ministre des Travaux Publics. Dans ce programme le Midi figurait pour plus de 3000 km. Les dirigeants de ces trois réseaux étaient partagés sur le type de courant à adopter. Le Ministre créa une Com-

mission spéciale composée de personnalités les plus marquantes de l'Administration, de l'Industrie et des Chemins de fer, pour déterminer le type de courant le plus adéquat pour électrifier les chemins de fer français. Après des études approfondies et des visites nombreuses aux réseaux électrifiés d'Europe et des Etats-Unis, la Commission proposa d'adopter le courant continu de 1500 volts avec possibilité de prendre le courant continu de 3000 volts dans certains cas particuliers, à la condition que les tracteurs de 3000 volts puissent circuler sur les lignes équipées à 1500 volts. Cette proposition fut approuvée par le Ministre et entérinée par la décision ministérielle du 29 août 1920.

Cette décision rendait caduque une grande partie des travaux déjà exécutés par la Compagnie du Midi. Si les lignes à traction électrique isolées dans les Pyrénées Orientales pouvaient être maintenues provisoirement, les travaux d'électrification réalisés dans les Pyrénées centrales et qui étaient destinés à prendre une grande extension, devaient être transformés conformément aux nouvelles directives. La traction par courant continu devait se substituer à la traction par courant monophasé. L'usine hydro-électrique de *Soulom* devait être rééquipée en grande partie ainsi que les postes de transformation. Les lignes catenaires d'une section trop faible pour l'utilisation de courant à basse tension étaient à reconstruire. Il était nécessaire de créer des sous-stations pour la production du courant continu. Enfin, les automotrices déjà en service et les locomotives en construction devaient être profondément transformées et recevoir des équipements entièrement nouveaux.

La Compagnie se remit résolument à la tâche et, au bout de deux ans d'efforts, elle pouvait, fin 1922, faire circuler entre Pau et Tarbes les premières locomotives françaises à courant continu 1500 volts. Depuis lors cet effort ne s'est pas ralenti. Sur la grande ligne des Pyrénées, la catenaire a été poussée progressivement de Tarbes jusqu'à Montrejeau, puis jusqu'à Toulouse en 1924, de Pau jusqu'à Dax en 1925. En même temps les embranchements de Luchon, Arreau, Bagnères-de-Bigorre, Pierrefitte ont été transformés et mis à l'équipement normal. Puis vient le tour de la ligne de Bordeaux à Hendaye. L'inauguration de la traction électrique, le 19 juin 1927, en présence

de Monsieur Tardieu, Ministre des Travaux Publics, donna à la Compagnie du Midi l'occasion de s'attribuer un record mondial sur le parcours de Bayonne à Bordeaux (198 km.) qui fut franchi sans arrêt en 1 h. 44, soit à la vitesse commerciale de 113 km. à l'heure. Cette année les embranchements d'Arcachon et de Biarritz furent également électrifiés.

III. — Les Transpyrénéens.

Alors que la France et l'Espagne n'étaient encore reliées que par la ligne du littoral atlantique (1864) aux gares frontières d'Hendaye et d'Irun et, avant même que ne fut ouverte la ligne du littoral méditerranéen aux gares frontières de Cerbère et de Port-Bou (1878), le besoin s'était fait sentir d'ouvrir de nouvelles voies de communication à travers la chaîne des Pyrénées. Dès 1865, en effet, fut créé un service d'études qui envisagea diverses traversées : Mauléon-Roncal et St Giron-Lerida par le Col de Salau. Mais l'Espagne préférant le tracé par la vallée d'Aspe, Alphonse XII inaugura, dès 1882, sans aucun accord préalable, les travaux de ce transpyrénéen. Des conférences entre les deux pays se succédèrent en 1883, 1884, 1885 et de nouveau en 1893, sans qu'on pût aboutir à une solution. Enfin en 1904 une première convention fut signée quant à la construction des lignes du Somport et de celle d'Ax-les Thermes à Ripoll fixant pour ces deux lignes un délai de 10 ans depuis la ratification pour l'achèvement des travaux. Un protocole additionnel de 1905 fixa pour la ligne de Lerida à Sort par le port de Salau un délai de 10 ans, depuis l'achèvement des travaux préparatoires qui devaient être terminés en même temps que le premier transpyrénéen. La convention et le protocole furent approuvés en France et en Espagne en 1906 et les Gouvernements firent l'échange des ratifications le 27 janvier 1907. C'est de cette date que partent les délais officiels. Les transpyrénéens d'Ax-les-Thermes à Ripoll et d'Oloron à Jaca devaient donc être terminés le 27 janvier 1917 et la ligne de Lerida à Sort devait être achevée le 27 janvier 1927. Mais, quoique menés avec activité de part et d'autre, les travaux d'infrastructure ne purent être achevés qu'après la Guerre.

a) *Transpyrénéen de Bedous à Jaca sous le Col du Somport.*

Le 17 juillet 1928, S. M. le Roi d'Espagne et Monsieur le Président de la République Française inauguraient la première trouée des Pyrénées, pratiquée entre les forges d'Abel en France et Canfranc en Espagne. Ce transpyrénéen qui relie aujourd'hui Pau et Saragosse, en faisant communiquer la Vallée d'Aspe et celle d'Aragon, prolonge la ligne Pau-Oloron, Oloron-Bedous, tronçon ouvert depuis 1914. Le parcours, réduit en longueur (28 km. de Bedous à la frontière) rencontre des courbes de 200 m. de rayon au minimum, gravit de fortes rampes de 35 mm. par mètre de Bedous à Etsant et de 43 mm. d'Etsant à la frontière, que seule la traction électrique pouvait faire franchir à des trains de trafic international. Quatorze souterrains se trouvent sur ce parcours, dont le souterrain du Portalet de 940 m., le souterrain hélicoïdal de 1750 m., enfin le souterrain du Somport dont la longueur totale est de 7875 m. La partie française de ce souterrain (3165 m.) monte par une pente de 34 mm. par mètre, atteint la cote 1211, tandis que la partie espagnole (4715 m.) redescend par une de 4 mm. vers la gare internationale de Canfranc, commune aux deux pays. Enfin, le parcours espagnol de Canfranc à Jaca (25 km.) n'a qu'une pente de 20 mm. seulement par suite de la direction Sud-Nord du soulèvement des Pyrénées, et suit la Vallée de l'Aragon.

Bref, le transpyrénéen rapproche Pau de Madrid de 140 km. sur 783 km. et de Saragosse de 179 km. sur 481 km.

b) *Transpyrénéen d'Ax-les-Thermes à Ripoll.*

Le 21 juillet 1929 a été inauguré le transpyrénéen d'Ax-les-Thermes à Ripoll, qui met en liaison Toulouse et Barcelone et unit le bassin de l'Ariège et celui du Carol, affluent du Sègre.

Ce transpyrénéen prolonge la ligne Toulouse, Foix, Tarascon, Ax-les-Thermes. Dès son départ (Ax est à la cote 800) la ligne s'élève par la vallée de la Haute Ariège jusqu'à l'Hospitalet où elle entre dans le souterrain de Puymorens et y atteint la cote de 1580 m. Par suite de la disposition de la frontière, la ligne franchit les Pyrénées sous le col sans quitter le territoire français, puis redescend la vallée du Carol jusqu'à la gare internationale française de Latour de Carol à 1230 m. où se fait la liaison avec la ligne à voie étroite électrique de Villefranche-Vernet-les-Bains à Latour-de-Carol (cette ligne qui prolonge la

ligne à voie normale de Perpignan à Villefranche-Vernet-les-Bains, franchit aussi les Pyrénées, au col de la Perche à 1584 m.)

Après Latour-de-Carol, le transpyrénéen franchit la frontière et aboutit à la gare internationale espagnole de Puycerda, passe sous le col de Tessa à 1494 m., atteint Ripoll et descend la vallée du Ter vers Barcelone.

Ce transpyrénéen qui, lui aussi, grimpe des rampes à 40 mm. par mètre a nécessité un grand nombre de ponts, de viaducs, onze souterrains dont le souterrain hélicoïdal de 1750 m., celui de Puymorens de 5355 m. de long avec une rampe de 34 mm. sur le versant de l'Ariège et une pente de 3 mm. sur le versant des Pyrénées Orientales.

Grâce à cette nouvelle ligne, Toulouse voit diminuer les distances qui séparent de Madrid, de 140 km. sur 983 et de Barcelone de 107 km. sur 426. Il faut remarquer aussi, que, sans sortir de France, les relations entre Toulouse et la Cerdagne sont considérablement améliorées, puisque la distance par Perpignan, entre Toulouse et Font-Romeu, était de 293 km. alors qu'elle n'est plus que de 193 km. par Ax, soit un gain du tiers du parcours.

c) *Transpyrénéen de St-Girons à Lerida.*

La troisième ligne partira de St-Girons (Ariège), remontera la vallée du Salat, franchira en tunnel le col de Salau, pénétrera en Espagne par la vallée de Noguera-Pallaresa et s'y embranchera à Sort, sur la ligne projetée de Lerida à la Frontière, dit la Convention du 18 août 1904. En fait, le tronçon de St-Girons à Oust, de 17 km. est achevée; il reste d'Oust à la frontière 23 km. à construire. Du côté espagnol la ligne est en exploitation de Lerida à Balaguer, en construction de Balaguer à Tremp sur 50 km. Il reste donc à construire de Tremp à Sort 40 km. et de Sort à la frontière 43 km., soit en tout 83 km.

Conséquences économiques. — Bien que la réduction du trajet ne soit pas proportionnelle à celle de la distance, puisque les vitesses sur les lignes transpyrénéennes avec leurs courbes de 200 m. de rayon et leurs déclivités de 43 mm. ne peuvent pas être aussi élevées que sur les lignes du littoral, ces nouvelles lignes sont d'un intérêt touristique de tout premier ordre.

De plus, la diminution des distances développera les relations

actuelles et les échanges entre les deux pays. On peut remarquer, en effet, que les échanges par terre entre la France et l'Espagne n'étaient que le tiers de la totalité des échanges. Il est donc légitime d'admettre que la mise à la disposition de moyens de communications par voie de terre, plus nombreux et plus commodes, ne peuvent que reporter sur la voie de terre une partie de l'énorme avantage qu'avait jusque-là la voie de mer. Il est intéressant à ce sujet de noter la très heureuse initiative prise par le roi d'Espagne au lendemain de l'inauguration de la ligne de Canfranc, quand il a prescrit la mise à l'écartement de la voie normale européenne de la partie espagnole entre Latour de Carol et Barcelone, supprimant ainsi pour cette ligne le grand obstacle des relations ferroviaires entre la France et l'Espagne.

IV. — Derniers travaux.

En 1930, la locomotive électrique a pris possession de la ligne de Toulouse à Ax-les-Thermes et dans les Basses-Pyrénées, des sections de Puyoo à Bayonne, de Puyoo à Mauléon et d'Autevielle à Saint Palais.

En 1931 a été achevé l'équipement de la ligne de Bayonne à St-Jean-Pied-de-Port et St-Etienne de Baigorry. Les travaux d'électrification sont terminés sur la ligne de Béziers à Neussargues, longue de 277 km. sur laquelle les rampes atteignent 33 mm. par mètre et sur laquelle se trouvent de longs souterrains. La traction électrique a été mise en service en 1931 jusqu'à Severac et au début de 1932 jusqu'à Neussargues. Elle a aussi ouvert pour cette ligne les plus belles perspectives tant au point de vue commercial qu'au point de vue touristique.

Au total, 1490 km. de lignes du réseau du Midi, comprenant en particulier la presque totalité des lignes des Pyrénées, sont électrifiées.

Enfin, des études se poursuivent en vue de l'électrification de la ligne de Bordeaux à la pointe de Grave (102 km.) qui assure le service de l'avant-port du Verdon et sur la ligne à grand trafic de Bordeaux à Sète, de la section de Montauban à Sète (270 km.). On n'attend plus que la décision ministérielle pour commencer les travaux qui porteront à 1862 km. la longueur

des lignes électrifiées du réseau du Midi, soit 43 % de son réseau.

Si cette longueur est encore loin d'atteindre les quelques 3300 km. du programme de 1920, on voit par le tableau ci-après que, malgré les difficultés financières d'une pareille entreprise, la Compagnie n'a pas cessé depuis 10 ans de tendre un effort soutenu vers la réalisation de ce programme.

V. — Les sociétés filiales de la Compagnie du Midi.

Pour être complet, nous devons signaler les trois filiales de la Compagnie du Midi qui ont suivi le mouvement d'électrification.

A. — *La Société des chemins de fer des Pyrénées-Orientales.*

Depuis 1914 cette société exploite la ligne d'Arles-sur-Tech à Prats de Mollo et Saint-Laurens de Cerdans, longue de 29 km. Le courant est fourni par l'usine de Puig-Redon sur le Tech. Un canal de 1800 mètres, pouvant débiter 1100 litres par seconde et doublé d'un bassin régulateur de 9000 m³, amène les eaux du Tech après une chute de 68 m. sur trois groupes électrogènes de 200 kva permettant d'assurer la traction de deux trains de 50 tonnes circulant en même temps. Le courant employé est le courant monophasé à 6000 volts et 25 périodes.

La Société remplace actuellement un des groupes de 200 kva. par un groupe de 600 kva. et songe à remplacer de même les deux autres groupes. Enfin une quatrième conduite forcée sera installée pour utiliser complètement le débit de la rivière.

B. — *La Société anonyme des voies ferrées du Midi.*

Ce réseau dont on ne saurait nier l'importance au point de vue de l'avenir touristique du Pays Basque, comprend :

1^o une ligne de Saint-Jean-de-Luz à Ascain et à Sare (mise en service depuis 1924) ;

2^o une ligne longeant la mer de Bayonne à Biarritz, St-Jean-de-Luz et Hendaye (1925) ;

3^o une ligne à crémaillère de St-Ignace à la Rhune (cote 900 depuis 1924).

L'ensemble de ce réseau est alimenté par l'usine de Licq-Athèrey (8000 kw.) située au fond d'une gorge du Gave de St-Engrace,

LIGNES ELECTRIFIÉES EN EXPLOITATION

		Longueur en kilomètres	Date d'ouverture à l'exploitation électrique
Villefranche à Bourg-Madame	(850 v.)	55,7	1911
Perpignan à Villefranche	(12.000 v.)	46,3	1913
Lourdes à Pierrefitte (12.000 v. transformé en	(1.500 v. c.)	20,3	juillet 1914
Tarbes à Bagnères	»	21,8	décembre 1914
Lannemezan à Arreau	»	25,0	mai 1917
Pau-Tarbes	1.500 v.	39,4	juin 1923
Tarbes-Montrejean	»	52,4	octobre 1923
Montrejean-Boussens	»	38,2	avril 1924
Boussens-Toulouse	»	65,7	juillet 1924
Pau Dax	»	84,9	janvier 1925
Montrejeau-Luchon	»	35,4	juillet 1925
Dax-Bayonne	»	50,1	juillet 1926
Bayonne-Hendaye	»	35,2	novembre 1926
Négresse-Biarritz	»	3,3	1926
Bordeaux-Morcenx	»	108,5	1927
Morcenx-Dax	»	39	janvier 1927
Lamothe-Arcachon	»	15,7	1927
Bourg-Madame-La Tour de Carol	850 v.	6,9	août 1927
Pau-Laruns	1.500 v.	38,5	1928
Buzo à Bedoux	»	40	1928
Bedoux à Canfranc	»	33,2	juillet 1928
Ax-les-Thermes à Puycerda	»	43,2	juillet 1929
Puyoo-Salles	»	7,7	juillet 1929
Hendaye-Irun	»	2,3	1929
Portet-Ax-les-Thermes	»	111,6	mai 1930
Salies à St-Palais	»	21,7	juin 1930
Ceinture de Bordeaux	»	13,5	juillet 1930
Bayonne à Cambo	»	19	juillet 1930
Autevielle à Mauléon	»	26	septembre 1930
Puyoo-Bayonne	»	31,1	novembre 1930
Cambo à St-Jean-Pied de Port et St-Etienne-de-Baigorry	»	41,7	avril 1931
Béziers à Bédarieux	»	42,9	août 1931
Bédarieux à Sévenac	»	103,1	décembre 1931
Séverac à Neussargues	»	129	février 1932

affluent du Saison. Le courant triphasé est envoyé sous 60.000 volts, 50 périodes, au poste de transformation de Monguerre près de Bayonne, qui assure par le poste de St-Pierre-d'Irube les échanges d'énergie avec les usines de la Compagnie du Midi.

C. — *Le réseau du Tarn et de la Haute-Garonne.*

Ce réseau comprend deux lignes :

— une ligne de Castres à Toulouse ;

— une ligne de Beaupré (près de Castres) à Revel ;

soit une longueur totale de 102 km.

L'énergie fournie à 60.000 volts par le poste de Portet-St-Simon de la Compagnie du Midi, est transportée en péage sur les lignes de la Société d'Electricité du Tarn jusqu'au poste de Beaupuy où elle est abaissée à 30.000 volts ; elle alimente sous cette forme les deux sous-stations de Soual et de Bourg-St-Bernard.

SECTION III. — L'alimentation en énergie des voies électrifiées

I. — Choix d'un système.

Le programme d'électrification de 1920 n'imposait aucune obligation aux Compagnies au sujet de la production et du transport du courant : seules étaient désignées les lignes à électrifier, la nature du courant à employer, etc... Les Compagnies restèrent donc libres de produire et de transporter elles-mêmes l'énergie nécessaire à leur trafic ou de se la procurer auprès d'autres sociétés. Ceci s'imposait car nos trois réseaux intéressés par le programme de 1920 desservent des régions très différentes au point de vue de leur activité économique. Il est certain que le P.-L.-M. traversant une région industrielle, riche en charbon aussi bien qu'en houille blanche, était sûr de trouver des usines déjà créées qui lui fourniraient l'énergie nécessaire à bon compte. Au contraire, pour la Compagnie du Midi, il était préférable de produire son énergie. Ce fut la solution que choisit cette Compagnie, solution qui ne va pas sans danger : car elle implique, si le réseau veut produire la totalité de son énergie, la nécessité d'aménagements considérables afin

que la puissance disponible reste suffisante pendant les mois d'étiage et les années sèches. En outre, elle risque d'orienter le réseau vers un commerce auquel il n'est ni préparé ni destiné : car contraint à la construction d'usines dont la puissance normale excédera ses besoins, ce réseau cherchera des débouchés pour tirer profit des excédents d'énergie qu'il ne peut utiliser. Il en résulte donc un très sérieux inconvénient, le coût excessif des travaux, et un danger, celui de voir le réseau, séduit par l'aspect commercial de la question, se lancer inconsidérément dans des engagements de fourniture d'énergie.

Il ne faut pas cependant exagérer l'importance de ce danger : la Compagnie du Midi fait partie de l'Union des Producteurs d'Energie des Pyrénées Occidentales, dont nous parlerons plus loin, et elle livre ses excédents d'énergie à cette Union qui se charge de les vendre, mais cela sans aucun engagement de la Compagnie.

L'inconvénient du coût excessif des Usines se fait surtout sentir pour les premières usines qui doivent être à l'abri de toute avarie, de toute défaillance, pour éviter l'interruption du trafic, et, par conséquent, doivent être construites avec des coefficients de sécurité beaucoup plus élevés que celui de toute autre usine. Mais cet inconvénient a considérablement diminué à mesure que la Compagnie a créé de nouvelles usines et surtout depuis la création de l'Upepo qui, disposant d'une quantité considérable d'énergie, pourra toujours suppléer à la défaillance d'une usine de la Compagnie.

II. — La construction des usines.

Quand fut signé, le 3 décembre 1902, le premier accord entre l'Etat et la Compagnie du Midi au sujet de l'électrification de la ligne de Villefranche-de-Conflent à Bourg-Madame, il fut prévu — et la situation à cette époque l'exigeait — que la Compagnie du Midi créerait pour fournir l'énergie nécessaire *l'usine de La Cussagne* sur la Tet, près de Montlouis. Quant aux frais, cet accord, qui fait l'objet de la loi du 4 mars 1903, prévoit que l'Etat prend à sa charge les ouvrages nécessaires à la création de la force motrice hydraulique (barrages, réservoirs, canaux d'amenée) considérés comme faisant partie de

l'infrastructure, ainsi que la ligne aérienne de transport à haute tension et le rail conducteur considérés comme faisant partie de la superstructure. De son côté, la Compagnie supporte les dépenses de fourniture et mise en place des moteurs hydrauliques, des machines électriques de tout genre (dynamos, transformateurs, etc... ainsi que le matériel roulant.

Plus tard la Compagnie du Midi créa son *usine de Fontpédrouse* pour alimenter sa première ligne à voie normale de Perpignan à Villefranche-de-Conflent (45,3 km.) qui fut d'abord électrifiée à titre d'essai et qui est encore équipée avec du courant alternatif à 12.000 volts.

Lorsque la Compagnie du Midi décida d'électrifier une partie de son réseau entre Pau et Montréjeau, les Conventions du 4 juillet 1908 furent passées avec l'Etat prévoyant l'alimentation des lignes par deux usines, *Eget* et *Soulom*, à créer par la Compagnie. C'est ainsi que la loi du 17 juillet 1908 fixa les parts réciproques de l'Etat et de la Compagnie dans l'établissement des installations. La Compagnie supporta les dépenses des ouvrages nécessaires à la production de la force hydroélectrique, mais l'Etat se chargea de la construction des réservoirs, des barrages, etc.. considérés comme travaux d'infrastructure.

En exécution de cette loi, un Décret rendu en Conseil d'Etat, le 10 juin 1910, déclara d'utilité publique les travaux à exécuter à Soulom et à Eget en vue de la production de l'énergie nécessaire aux lignes électrifiées, qui seront alimentées par ces usines. Ce Décret décida aussi — et ceci est très important — qu'au cas où l'exploitation des lignes de chemins de fer du Midi n'absorberait pas toute l'énergie électrique produite par les usines de Soulom et d'Eget, la Compagnie pourrait être autorisée par l'Administration à vendre à des tiers tout ou partie des excédents disponibles.

Enfin la Compagnie du Midi, qui avait décidé d'étendre l'électrification à la plus grande partie de son réseau, réalisa le magnifique *aménagement de la vallée d'Ossau* comprenant les trois usines d'*Artouste*, *Miégebat* et *Hourat* que nous avons décrites plus haut. La Convention (1) intervenue à ce sujet

(1) Cette Convention n'a pas encore été ratifiée par une loi et la concession des trois usines est toujours à l'instruction.

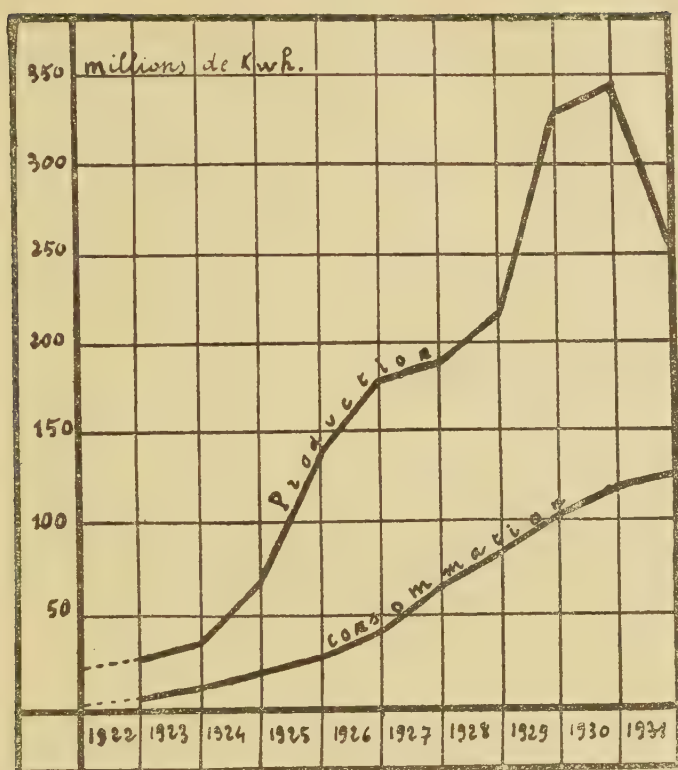
entre l'Etat et la Compagnie règle le régime juridique de ces usines, régime très simple, puisque les usines font partie intégrante de la Concession de chemin de fer. Mais le Cahier des charges contient un article particulièrement intéressant, l'article 14, qui autorise la Compagnie à vendre au public ses excédents d'énergie à des prix homologués par le Ministre des Travaux publics. Comme cette vente n'est pas l'objet principal de la Concession, il est spécifié que les clauses des contrats de vente des excédents au public devront permettre à la Compagnie concessionnaire de reprendre la disposition de l'énergie quand les besoins de l'exploitation le rendront nécessaires.

III. — Production et consommation d'énergie.

L'aménagement de ces chutes d'eau, si brillamment fait par la Compagnie du Midi, posait un nouveau problème. Comment utiliser cette masse considérable de kwh. que ces usines allaient produire et que les chemins de fer ne pourraient pas absorber. La disproportion est évidente et, si nous comparons l'énergie produite par les usines de la Compagnie et l'énergie consommée pour les besoins des chemins de fer (traction et services divers) nous obtenons le tableau suivant :

ANNÉE	PRODUCTION	CONSOMMATION
—	—	—
1922....	29.294.443 Kwh.	7.834.292 Kwh.
1923....	34.388.939	10.656.839
1924....	66.731.502	17.454.324
1925....	136.961.492	29.482.104
1926....	181.878.259	43.616.392
1927....	189.004.170	64.334.967
1928....	215.505.370	86.499.450
1929....	327.478.522	101.216.503
1930....	340.420.416	119.756.593
1931....	257.403.000	124.971.704

Transformons ce tableau trop rébarbatif en deux courbes qui parleront mieux à notre imagination :



Ces courbes sont extrêmement intéressantes à considérer :

— Nous voyons, en effet, que la consommation d'énergie de 1922 à 1932 suit une courbe ascensionnelle lente mais très régulière à mesure que s'effectuent les travaux d'électrification des voies. Même en 1931, malgré une diminution sensible du trafic, la courbe monte légèrement et ceci grâce à la mise en service des lignes nouvelles : Béziers-Séverac en particulier. Au contraire, la courbe de la production subit de brusques à-coups, qui correspondent à la mise en service des usines de la Compagnie et à l'extension des débouchés de l'Upepo. La crise de 1931 provoque une chute considérable qui nous donne une idée précise de la diminution de la consommation en général, puisque c'est la masse des clients de l'Upepo qui auraient dû absorber les kWh. qui n'ont pas été produits faute d'emploi.

— On remarque, d'autre part, que jusqu'en 1931 la production dépasse de plus en plus les besoins de la traction. En 1932 les chemins de fer consommaient 25 % des kwh. produits par la Compagnie, laissant 20 millions de kwh. disponibles. En 1930 la proportion d'utilisation passe à 30 % mais 210 millions de kwh. (soit dix fois plus) ne peuvent être absorbés pour la traction électrique. Cette disproportion entre la production et la consommation d'énergie doit tendre à s'atténuer à mesure que s'électrifient de nouvelles lignes et que se développe la traction électrique, mais cette augmentation ne peut se faire que lentement et sans à coup. Mais dès 1922 se posait déjà pour la Compagnie le problème sans cesse grandissant de la vente de ses excédents d'énergie.

Ce problème d'ordre économique fut résolu par la création de l'Upepo, qui se chargeait de trouver les débouchés nécessaires. D'autre part la Compagnie désirait se libérer du contrôle trop tyrannique de l'Etat, pour créer de nouvelles usines ; elle trouva la solution de ce problème d'ordre administratif par la constitution d'une Société filiale : la S. H. E. M.

IV. — La dernière évolution de la Compagnie du Midi.

Le programme complet de la Compagnie du Midi comportait en plus de l'aménagement de la vallée de l'Ossau, l'aménagement de la haute vallée de l'Ariège et de la vallée supérieure de la Tet. Mais la Compagnie a renoncé d'entreprendre elle-même ces aménagements. Elle a créé une filiale, la Société Hydro-électrique du Midi (S. H. E. M.) au capital de 75 millions, dont les 3/4 ont été fournis par la Compagnie du Midi et le dernier quart par l'Upepo, la Société des Produits Azotés et Penarroya. La S. H. E. M., appelée au plus brillant avenir, réalisera, et au-delà, le programme primitif de la C^{ie} du Midi : l'article 3 des statuts de la S. H. E. M. énonce que la Société a pour objet « la fourniture et la vente à tous les particuliers ou services publics, ainsi que l'utilisation par la Société elle-même de l'énergie électrique provenant des usines »... etc... Ce paragraphe montre bien les raisons de cette évolution de la Compagnie du Midi : c'est afin d'avoir les mains libres vis-à-vis de l'administration et de pouvoir, sans aucune contrainte, vendre l'éner-

gie qu'elle produit à qui bon lui semble. C'est là très élégamment et très légalement tourner le problème de la vente des excédents d'énergie par une Compagnie concessionnaire d'un service public. La question est entièrement inversée : au lieu que ce soit la Compagnie qui est autorisée à vendre ses excédents après avoir assuré ses propres besoins, c'est une société privée, filiale de la Compagnie, qui vend du courant à des tiers, après avoir réservé les $\frac{3}{4}$ de sa production à la Société mère. Des raisons d'ordre politique poussaient d'ailleurs à l'adoption de cette solution, certains partis voyant d'un mauvais œil l'extension de la concession primitive de chemins de fer et son application à un nouvel objet : la construction d'usines avec vente d'excédents considérables.

La SHEM entreprit aussitôt et mena à bien la création des deux usines de *Lassoula* et de *Tramezaigues* régularisées par le lac de Caillaouas, dans la vallée du Louron. Mais la Société a des projets plus vastes encore avec la construction de deux usines dans la haute vallée de l'Ariège et surtout l'aménagement de la vallée de la Tet avec utilisation des eaux du lac Lanoux, qui serait une réplique digne de l'aménagement de la vallée d'Ossau.

Par suite de la crise de sous-consommation dont les courbes du paragraphe précédent nous donnent un trop réel aperçu, tous ces projets sont suspendus et ne pourront être réalisés qu'avec le retour de conditions économiques meilleures.

CONCLUSION

Nous avons étudié avec beaucoup de détails l'œuvre accomplie par la Compagnie du Midi, car nous considérons que le programme réalisé par cette Compagnie est la clef de voûte de l'électrification de toute la région Pyrénéenne et le point de départ d'une transformation économique de cette région jusqu'ici bien peu industrielle.

Qu'il nous soit permis de résumer en quelques mots les conséquences heureuses de cette électrification dont nous aurons à reparler dans maintes pages de cette thèse.

— L'électrification a donné un regain d'activité à la Compa-

gnie elle-même qui bénéficie d'un accroissement de ses recettes en même temps que l'amélioration des conditions de transport est de nature à favoriser une des principales sources de richesse des Pyrénées : le tourisme

— L'équipement des usines hydroélectriques, parmi lesquelles il convient de citer les usines de la vallée d'Ossau, comme exemple type d'aménagement rationnel et intégral d'une vallée, a permis de mettre à la disposition des industriels une quantité très importante de houille blanche.

— Les travaux entrepris ont donné un développement considérable à toute une catégorie d'industriels (ateliers de construction mécaniques, électriques, etc ...) et ont eu des répercussions indirectes sur une foule d'autres entreprises qui toutes sont des débouchés pour les producteurs d'énergie.

— Enfin l'alimentation en énergie des voies ferrées électrifiées, en nécessitant un réseau de transport à haute tension (cf. infra), a permis l'interconnexion des usines pyrénéennes et la création d'un organisme de vente du courant dont nous reparlerons, l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées Occidentales.

Il faut reconnaître, toutefois, que cette œuvre rencontre pour son achèvement de grosses difficultés, non point d'ordre technique, car on peut dire que les résultats ont dépassé les prévisions les plus optimistes, mais au point de vue financier. L'expérience montre qu'au point de vue du développement de la traction électrique, la condition primordiale à réaliser est la réduction au minimum des dépenses de premier établissement. Il faut reconnaître, en effet, que l'électrification d'une ligne de chemins de fer augmente le capital de premier établissement de cette ligne de 25 à 50 % suivant le système de traction choisi et les conditions locales d'emploi. Il est donc difficile d'admettre qu'une substitution totale de l'électricité à la valeur soit possible et même désirable.

Au contraire, l'électrification permet de réaliser une économie tangible sur les dépenses de traction, ce qui inciterait à électrifier les plus grandes longueurs de lignes possibles. Mais ces dépenses de traction ne représentent que 43 % du total des dépenses d'exploitation annuelles et encore l'achat du combustible, qui constitue la dépense principale du service du maté-

riel et de la traction, ne comprend guère que 18 % des dépenses totales annuelles d'exploitation.

On se trouve donc dans la situation suivante : augmenter de 25 à 50 % le capital engagé dans l'entreprise ferroviaire, pour réaliser seulement une économie de l'ordre de 15 à 25 % sur les dépenses annuelles d'exploitation (1). C'est la raison qui s'oppose à l'extension de la traction électrique à l'ensemble des réseaux et qui impose un choix judicieux des lignes à électrifier, c'est-à-dire les lignes à trafic intense, afin de tirer le maximum de bénéfices possibles.

Nous estimons, d'ailleurs, que les économies réalisées et surtout les recettes accessoires (péages) permettront à la Compagnie du Midi de poursuivre avec succès son œuvre d'électrification, qui ne doit pas être considérée seulement comme une opération isolée et « payante », mais comme un moyen pour les chemins de fer de lutter contre la concurrence de l'automobile par l'accroissement de la vitesse, de la fréquence et du confort, et aussi comme le premier échelon d'une œuvre beaucoup plus vaste : la création de la vie industrielle dans la région pyrénéenne.

(1) Voici comment se répartissent les dépenses annuelles d'exploitation :

8 % Frais généraux ;

43 % Traction ;

31 % Services d'exploitation proprement dits ;

18 % Services de la Voie et des Bâtiments.

Cf. *Le développement de l'électrification des Chemins de Fer français*, par M. Parodi, 1930. Comité national français,

CHAPITRE IV

L'EXTENSION DE LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ

Nous venons d'étudier, dans les chapitres précédents, les principaux débouchés de l'énergie électrique dans les Pyrénées. Il serait intéressant désormais de faire une étude plus approfondie de l'emploi de la force motrice dans les départements pyrénéens. Grâce aux résultats de la statistique de 1926, qui n'ont pas encore été publiés, (1) mais qui nous ont été très aimablement transmis par M. Hubert, directeur de la Statistique Générale de la France, nous avons pu établir le tableau suivant qui donne une idée assez précise de la vie économique de la région pyrénéenne.

Il est très regrettable de ne pouvoir établir la même statistique pour l'époque actuelle, afin de pouvoir constater quel a été le développement industriel des Pyrénées depuis 1926. A cette époque les quatre départements gros producteurs d'énergie : l'Ariège, la Haute-Garonne, les Hautes-Pyrénées et les Basses-Pyrénées avaient déjà largement bénéficié de la puissance considérable que leur offrait l'aménagement de leurs chutes pour créer des industries nouvelles ou développer les anciennes industries régionales.

(1) Sur les difficultés d'une telle statistique voir le *Journal de la Société de Statistiques de Paris*, novembre 1952, Berger-Levrault.

TABEAU DES FORCES ÉLECTRIQUES

Départements	Puissance des moteurs électriques en kw.			Principales utilisations
	a	b	Total	
PYR. ORIENTALES..	72	475	547	Scieries 99 Travaux sur bois..... 94
AUDE.....	26	1.456	1.482	Papier, coton 352 Ciment, chaux 285
ARIÈGE.....	28.190	3.254	31.452	Electrochimie... 18.800 (Matières colorantes . Gaz, distillation..... 3 674 Métallurgie 2.200 Transport..... 1.880
HAUTE-GARONNE ...	1.915	52.249	54.164	Electrochimie..... 24.000 Engrais, huiles 12.199 Transports..... 1.500 Gaz, distillation..... 1.394 Métallurgie, forges ... 1.117
HAUTES-PYRÉNÉES.	17.510	39.905	57.415	Engrais, huiles..... 24.500 Métallurgie 23.800 Constructions mécani- ques et électriques.
BASSES-PYRÉNÉES .	39.276	21 816	61.092	Transports 36.835 Gaz, distillation 2.539 Métallurgie 1.620 Meubles 1.243

a = moteurs alimentés par du courant, produit dans l'établissement ;

b = moteurs alimentés par du courant acheté au dehors.

Grâce aux statistiques publiées par le Ministère des Travaux Publics, avec un certain retard malheureusement, nous avons pu d'autre part comparer la progression de la consommation

d'énergie par habitant dans les divers départements de la région pyrénéenne, en kwh.

Départements	1926		1928		1930	
	totale	lumière	totale	lumière	totale	lumière
ARIÈGE.....	592	25	690	20	911	28
AUDE..	93	40	88	48	95	57
HAUTE GARONNE ...	411	23	399	30	647	40
GERS	14	5	10	6	20	10
LANDES.....	35	7	74	8	117	12
BASSES-PYRÉNÉES .	134	24	197	33	135	40
HAUTES-PYRÉNÉES.	660	19	1.292	18	1.799	26
PYR. ORIENTALES ..	126	40	122	50	128	55
Moyenne de la France.	244	23,4	285	27	332	35

Dans plusieurs départements, l'Ariège, la Haute-Garonne et surtout les Hautes-Pyrénées, la consommation par tête d'habitant est nettement supérieure à la moyenne de l'ensemble de la France. Pour être sincère il faut reconnaître que cela est dû à la création des usines électrochimiques et électrométallurgiques dans ces départements et pour une part moindre à la consommation de la Compagnie du Midi. Mais nous avons indiqué d'autre part dans ce tableau les quantités consommées en lumière et usages domestiques, qui donnent une idée assez exacte du degré d'utilisation de l'électricité dans une région. Evidemment nous sommes encore très loin des 350 kwh. consommés aux Etats Unis et en Suisse pour ces mêmes besoins, mais nous constatons une augmentation très nette de la consommation et d'autant plus forte que l'emploi de l'électricité était déjà plus répandu. Enfin la moyenne des six départements pyrénéens est supérieure à la moyenne générale de la France : 41 % au lieu de 35 %. Au contraire les départements du Gers et des Landes sont très en-dessous de cette moyenne, car leur électrification est trop récente et loin d'être achevée.

Les Pyrénées produisent actuellement une grosse quantité d'énergie qui demeure inemployée et les travaux en cours vont encore accentuer ce phénomène regrettable. Une partie de cette énergie sera exportée vers des régions qui manquent de houille blanche : c'est un problème d'interconnexion. Mais ne pourrait-on pas espérer aussi un développement de la consommation d'énergie électrique dans la région pyrénéenne elle-même ? C'est ce que nous allons rechercher avant d'étudier les moyens qu'il faut envisager : l'abaissement du prix de l'énergie et la création d'un service de propagande.

SECTION I. — La création de nouveaux débouchés

I. — Utilisations agricoles.

Nous avons déjà défini quels pouvaient être les emplois de l'électricité dans les campagnes et nous en avons conclu que l'électricité pouvait être d'un grand secours pour les populations rurales. Malheureusement ces avantages sont encore trop méconnus et le plus souvent inemployés, sauf au point de vue de l'éclairage.

Quels que soient les obstacles que l'on se plaît à objecter dès qu'on parle d'acclimater un progrès scientifique auprès des populations agricoles, il semble cependant que la routine et la méfiance naturelle des paysans aient pu être vaincues chaque fois que, par une propagande adroite et patiente, on a su leur faire comprendre où était leur véritable intérêt.

Au début de l'électrification rurale des augures affirmaient que 10 kw. par habitant seraient un maximum de consommation. De nombreux exemples montreraient au contraire que ce chiffre est dépassé dès la seconde année d'exploitation et qu'au bout de trois ou quatre ans on peut atteindre une vingtaine de kwh. C'est ainsi que dans un réseau syndical des Hautes-Pyrénées comprenant 80 communes et mis en exploitation en 1929 la consommation par habitant s'élève déjà à 26 kw.

On peut dès lors se demander si les Sociétés de distribution ont accompli l'effort nécessaire pour développer l'usage de l'énergie électrique. N'ont-elles pas reculé devant les frais qu'entraîneraient pour elles l'emploi de la basse tension dans

les fermes ? D'autre part les populations agricoles n'ont-elles pas hésité devant le prix généralement élevé demandé par les concessionnaires (en moyenne 1,70 fr. le kwh.-éclairage et 1,25 fr. le kwh.-force motrice). « C'est très beau mais c'est trop cher » répondent souvent les paysans à qui l'on parle d'électrification.

Par la multiplication des appareils ménagers, par l'emploi plus étendu et plus rationnel des moteurs électriques, il est désormais certain qu'on peut atteindre le but tant désiré : l'accroissement de la consommation et l'amélioration corrélative du rendement des secteurs ruraux. Seul cet accroissement permettra la réduction des surtaxes et l'abaissement du prix de vente qui ont été jusqu'ici les principaux obstacles de la diffusion de l'emploi de l'électricité.

II. — Utilisations domestiques.

Les utilisations domestiques de l'électricité, qui sont très en honneur dans certains pays étrangers (Suisse, Etats-Unis, Canada, les pays scandinaves), se développent avec un succès croissant dans quelques grandes villes françaises, mais elles sont en général peu connues dans la région du Sud-Ouest. Indépendamment des petits appareils domestiques (bouilloires, fers, aspirateurs et même armoires frigorifiques, etc...) qui se répandent de plus en plus, les efforts des distributeurs doivent se porter actuellement vers deux autres formes d'utilisation de l'électricité : la cuisine électrique et le chauffage des appartements.

La cuisine électrique n'a reçu qu'un emploi très restreint en France, parce qu'elle n'est pas considérée comme un procédé économique, mais par ses qualités de commodité et de propreté elle semble bien devoir être le procédé de l'avenir : c'est une question de prix du courant.

Le chauffage électrique des appartements est aussi très intéressant. Nous ne voulons pas parler de ces petits appareils fort répandus qui coûtent cher parce qu'on les utilise aux heures de pointe, mais des appareils de chauffage à récupération qui s'arrêtent de fonctionner pendant les heures de pointe et continuent à dégager de la chaleur (ils conviennent pour les grands

locaux), et des appareils à accumulation : pendant les heures où le tarif de nuit est applicable, on charge les appareils qui accumulent les calories nécessaires au chauffage pendant la journée et les restituent en temps utiles. Il en est de même pour les chauffe-eau par accumulation de chaleur.

L'avantage du producteur d'électricité est évident, car il trouve dans ces appareils un nouveau débouché pendant les heures creuses, ce qui lui permet de livrer son courant à un tarif réduit. D'autre part ce procédé de chauffage possède de grandes qualités de confort et d'hygiène qui plaisent au consommateur, mais il est malheureusement plus onéreux que le chauffage central. Toutefois, on peut espérer que se vulgariseront en France ces appareils de chauffage dont l'emploi si répandu en Suisse a permis une extension considérable de la consommation de nuit et une régularisation remarquable de la courbe de consommation. Devant le prix élevé des appareils les Sociétés de distribution devraient organiser un système de location-vente ou même de location des appareils pour vaincre l'hésitation du public. Ils devraient, d'autre part, prendre à leur charge les modifications ou les installations que rendra nécessaire l'utilisation de ces appareils, ainsi qu'ils l'ont fait avant 1914 pour inciter le public à utiliser l'éclairage électrique. Ces sacrifices n'ont pas été vains ; ils sont assurés d'en retirer aujourd'hui des bénéfices plus considérables encore.

III. — Utilisations industrielles.

Malgré tout l'intérêt que présentent les applications agricoles et domestiques de l'électricité, ce sont ses utilisations industrielles qui peuvent lui donner son plus grand développement, grâce aux quantités considérables d'électricité qu'absorbent les usines en lumière et en force motrice.

Les industries de la région utilisent en majeure partie des moteurs de faible puissance (1 à 25 chevaux) à l'exception de quelques grosses usines naturellement ; la durée moyenne d'utilisation de ces moteurs varie entre 100 et 3600 heures. D'autre part certains industriels utilisent ou peuvent utiliser de l'énergie saisonnière : brasserie, briqueteries, certaines usines de Mazamet, etc..., mais on pourrait encourager chez

eux l'utilisation du courant de nuit jusqu'ici peu employé. De même on pourrait étendre dans les villes l'emploi de la publicité lumineuse pendant la nuit, sous réserve d'un tarif suffisamment bas.

Il est beaucoup plus problématique de compter sur la création d'industries nouvelles. Sous l'initiative de M. Paul, l'actif directeur honoraire de la Compagnie du Midi, qui s'est donné pour mission la mise en valeur de toutes les richesses pyrénéennes, de très nombreuses usines se sont créées dans les Pyrénées pour bénéficier de la force motrice mise à leur disposition. A l'heure actuelle ce mouvement est arrêté et rien ne permet d'escompter la création de nouvelles entreprises. Nous l'avons déjà constaté pour l'électrochimie et l'électrometallurgie, ces deux grosses mangeuses d'électricité. Quant aux autres entreprises : papeteries, constructions mécaniques, filatures, etc., la crise de surproduction dont elles souffrent actuellement devra être résolue avant que se créent de nouvelles usines.

Ces conclusions pessimistes ne nous font cependant pas douter de l'avenir économique de la région pyrénéenne, dont toutes les richesses sont loin d'être exploitées. Aussi pensons-nous que, si l'industrie pyrénéenne marque un temps d'arrêt, elle reprendra son mouvement ascendant dans un avenir plus ou moins éloigné selon la persistance de la crise économique mondiale.

IV. — Projets.

Parmi tous les projets du plan d'outillage national, qu'il ne faut pas désespérer de voir aboutir un jour, il en est un qui pourrait avoir une influence considérable sur les débouchés de l'industrie hydro-électrique pyrénéenne. Nous voulons parler du Canal des Deux-Mers. En effet l'alimentation des puissantes excavatrices et des machines de toutes sortes qui seront nécessaires pour creuser sur 400 km. de longueur un canal de 13,50 m. de profondeur sur 150 à 250 m. de largeur assurera pendant cinq ans un débouché considérable pour les usines électriques des Pyrénées et du Massif Central. Mais la création de centres industriels sur les bords du canal, l'exploitation devenue possible des gisements miniers des Pyrénées, le coup de

fouet que l'irrigation donnerait aux exploitations agricoles sont autant de conséquences qu'on doit attendre du creusement du canal des Deux-Mers ; ce sont aussi de nouveaux débouchés assurés pour les producteurs de houille blanche. Indépendamment de toutes les autres raisons qui poussent à la réalisation de ce projet (1) le point de vue auquel nous nous plaçons nous fait souhaiter que sera enfin décidée la mise en chantier immédiate du Canal des Deux-Mers qui, selon le mot de M. Courrouleau, « pourrait valoriser tout le Sud-Ouest ».

Un autre projet qui intéresserait particulièrement les producteurs d'électricité est celui qui consisterait à éclairer d'une façon rationnelle les grandes routes nationales parcourues la nuit par de véritables caravanes de camions ultra-rapides et de nombreux amateurs de grand tourisme. Il ne peut-être question d'éclairer toutes les routes nationales, mais tout au moins les grandes voies touristiques et les routes situées dans un rayon de 100 à 150 km. autour des grandes villes. La région pyrénéenne, si riche en villes d'eau de toutes sortes et pays de tourisme par excellence, se trouve particulièrement intéressée par un tel projet. Signalons que des essais concluants ont été faits sur la route nationale n° 10 entre Bayonne et Biarritz et nous ne pouvons que souhaiter de voir cette timide tentative étendue à toutes les grandes routes de la côte basque.

Pouvons-nous espérer que sera enfin résolu le problème de l'accumulateur léger, résistant et de grande capacité. Il semble que la solution idéale n'ait pas encore été trouvée, bien que certains pays possèdent déjà de nombreux véhicules électriques, comme l'Italie et les Etats-Unis (2). Et pourtant quels immenses avantages en retireraient, avec notre balance commerciale, les producteurs d'électricité qui trouveraient ainsi un débouché considérable pour leur énergie de nuit.

Si nous ne tenons pas compte de ces utilisations de l'énergie électrique que d'aucuns pourraient trouver, pour l'instant, par trop chimériques, pouvons-nous espérer que se développera la

(1) Voir la thèse de M. Paul Canet : *Le Canal des Deux-Mers*

(2) *The bulletin of the National Electric Light Association* signale qu'il y avait en 1923 à New-York 5.000 véhicules électriques et qu'il y en a 20.000 actuellement aux Etats-Unis.

consommation d'énergie électrique dans la région pyrénéenne ? Certainement oui, mais à la condition que sera pratiquée une meilleure politique du prix de l'électricité destinée à favoriser cet accroissement.

SECTION II. — L'Office régional de l'énergie électrique et le problème des prix

I. — La création de l'office régional de l'énergie électrique de Toulouse.

Le 14 mai 1920, M. A. Mestre, alors professeur à la Faculté de Droit de Toulouse, présentait un rapport au Comité d'action économique de la 17^e région militaire sur « la création d'un Office de l'électricité » à l'instar de l'Office de l'électricité qui fonctionnait déjà à Marseille pendant la guerre. Après avoir étudié la situation de l'industrie électrique dans les Pyrénées, M. Mestre souhaitait « deux innovations » que rendrait possible la création d'un Office régional de l'énergie électrique :

— Une entente entre les consommateurs « qui s'ignorent et par suite ne peuvent conjuguer leur action en vue d'obtenir des producteurs des conditions plus favorables » (déjà !)

— La seconde innovation consisterait « à mettre en rapport la consommation organisée avec les Sociétés productrices ou distributrices ».

Hélas ! le Comité d'action économique n'eut pas le temps de réaliser ce projet qui, repris une première fois par le 9^e Groupement régional des Chambres de Commerce, resta sans suite. Enfin, le 23 juin 1930, le Comité de la 9^e région économique décida la création d'un Office régional de l'énergie électrique à la suite d'une discussion extrêmement vive sur le prix de l'électricité. La Chambre de Commerce de Toulouse, ayant dénoncé « le prix excessif de l'électricité » qui atteignait à Toulouse 1643 fr. le kwh. alors que le prix de revient aurait été de 0,47 fr., « émettait le vœu que soient supprimés les index économiques de haute et basse tension et que le calcul du prix de l'électricité soit désormais basé sur les charges et dépenses réelles des concessionnaires, compte tenu de la rémunération équitable qui doit revenir au producteur et au distributeur ».

M. Estrade, président de la Chambre de Commerce de Carcassonne et membre du Comité Consultatif des Forces Hydrauliques, répondit alors que l'indice actuel de l'électricité n'atteint pas 3, puisque le kwh. qui coûtait 0 fr. 50 en 1914 se paie couramment 1 fr. 50, ce qui équivaut à 0 fr. 30 or d'avant-guerre. L'électricité serait donc moins chère aujourd'hui qu'avant guerre et aussi moins chère en France que dans la plupart des pays d'Europe ! C'est pourquoi M. Estrade, considérant que la plupart des discussions entre vendeurs et acheteurs d'électricité proviennent de malentendus, proposa la création d'un Office où chacun pourrait exposer ses vues, afin d'aboutir à une entente indispensable.

Cet Office, dont la création fut aussitôt votée à l'unanimité, fut organisé quelques mois plus tard et comprend : le Président de la Région économique, le Président de chacune des Chambres de Commerce et de la Chambre régionale d'Agriculture, des personnalités appartenant aux Chambres de Commerce ou aux Chambres d'Agriculture particulièrement compétentes en matière d'électricité et désignées à ce titre par le Comité de la Région économique, l'ingénieur en chef du Service des Forces Hydrauliques de la Région du Sud Ouest, le Directeur de l'Institut électrotechnique de Toulouse, l'ingénieur en chef du Génie Rural, et, à titre consultatif, quatre représentants des producteurs ou distributeurs d'électricité de la région. Le Comité peut, le cas échéant, convoquer pour les consulter toutes autres personnalités qualifiées.

Si le but de l'Office est vaste, puisqu'il comprend l'étude de toutes les questions ayant trait à la production, au transport à la distribution et à la vente de l'électricité dans la région, le seul énoncé des premiers rapports discutés par l'Office dans sa première séance du 25 octobre 1931 est révélateur des préoccupations de l'assemblée : la réforme de la tarification de l'électricité, l'emploi des réserves, les minima de consommation et le tarif de nuit. Nous devons donc étudier la formation du prix et les modes actuels de tarification de l'énergie électrique.

II. — La formation du prix de l'énergie.

On peut classer les frais de production de l'énergie en deux catégories : a) *les charges fixes* indépendantes de l'énergie pro-

duite et à peu près proportionnelles à la puissance installée, telles que l'intérêt et l'amortissement du capital investi, les charges de renouvellement du matériel, les frais généraux, etc., etc. ; b) *les charges proportionnelles à l'énergie produite* : c'est-à-dire les dépenses qui n'existent que dans la mesure où l'énergie est effectivement produite : dépenses de charbon pour les usines thermiques, le graissage des machines, etc...

L'importance relative des charges fixes et des charges proportionnelles est très variable suivant le type de centrale. Si les centrales thermiques ont des charges fixes relativement faibles et des charges proportionnelles élevées par suite de la dépense de combustible, les centrales hydrauliques au contraire ont des charges fixes très élevées et des charges proportionnelles presque nulles.

Il résulte de ces distinctions que toutes les centrales ont intérêt à développer le plus possible leur coefficient d'utilisation annuelle, afin de faire supporter par le plus grand nombre possible de kwh. une part de frais fixes, le prix dépendant essentiellement du rapport entre les charges annuelles de la centrale et l'énergie qu'elle débite. Mais il résulte aussi qu'une centrale hydraulique au fil de l'eau a intérêt à livrer ses excédents à un tarif minime, si petit soit-il, plutôt que de les laisser perdre. Au contraire, les centrales thermiques, qui ont des charges proportionnelles relativement élevées, ne pourront pas descendre au-dessous d'un certain prix, mais elles sont bien placées pour jouer le rôle d'usine de pointe, ainsi d'ailleurs, mais à un moindre degré, que les usines hydrauliques munies de réservoirs. D'où l'intérêt qu'il y a de conjuguer le fonctionnement de ces usines dans un ensemble de centrales marchant en parallèle.

Au prix de la production de l'énergie il faut ajouter le prix du transport et de la distribution (charge financière du capital investi, frais d'entretien, etc...). Ces charges, qui sont faibles par rapport au prix de production quand il s'agit de transporter de grandes quantités d'énergie à un industriel, deviennent prépondérantes quand il s'agit de fournir l'énergie au détail à des abonnés basse tension. Enfin, il ne faut pas oublier que le transport et la distribution sont toujours accompagnés d'une perte d'énergie, en particulier dans les transformateurs. Cette

puissance perdue ne dépendant pas de la puissance effectivement transformée reste la même aux heures de très faible charge où le transformateur fonctionne presque à vide. C'est pourquoi l'importance relative de l'énergie totale perdue au cours d'une année est très grande, ce qui explique que le rendement descend souvent à 50 % dans les réseaux ruraux, qui comprennent de nombreux postes de transformation.

Le prix de revient de l'énergie électrique tel qu'il vient d'être défini n'apporte, cependant, pour l'établissement du prix de vente que des indications beaucoup moins précises que pour une marchandise unique, car les kwh. sont des produits de valeur très différente, selon leur utilisation et les conditions dans lesquelles ils peuvent être fournis aux consommateurs. Le prix de revient n'indique donc pour chaque abonné qu'un minimum, auquel il conviendra d'ajouter les dépenses supplémentaires probables que nécessitera le raccordement de cet abonné. Il est évident que ces dépenses seront couvertes par l'ensemble des abonnés.

Il convient de remarquer aussi que la situation de l'industrie électrique est un peu particulière au point de vue de la loi de l'offre et de la demande. Indépendamment du monopole légal institué pour la distribution de l'éclairage, la concurrence ne peut exister qu'exceptionnellement entre deux réseaux pour l'alimentation d'un petit nombre de gros clients : plutôt que d'engager une guerre de tarifs ruineuse, les deux réseaux fusionneront, ou se partageront la clientèle. Quant à la concurrence indirecte que peuvent faire les moyens de production individuelle des usagers (groupe électrogène, centrale industrielle), elle n'est possible que pour les clients demandant de grosses fournitures (plus de 100 kwh.).

La substitution d'autres moyens d'éclairage ou de force motrice à l'électricité n'est pas à craindre en matière d'éclairage depuis que la lumière électrique est passée dans les mœurs, mais en matière de force motrice la substitution jouerait certainement comme moyen de défense contre les tarifs trop élevés.

Enfin, si le niveau du tarif n'a qu'une répercussion assez faible sur la consommation d'éclairage trop influencée par les habitudes sociales (une baisse sensible des prix en 1922 n'en-

trains qu'une faible hausse de la consommation), il n'en est déjà plus de même des usages domestiques de l'électricité qui ne se développent qu'avec des tarifs peu élevés. Mais c'est surtout la petite force motrice qui est sensible au prix, parce que sa capacité de paiement est moindre. De même, les industriels, qui ont besoin de grosses quantités d'électricité, cherchent à n'utiliser que du courant bon marché, c'est pourquoi des prix spéciaux leur sont accordés, le concessionnaire n'étant pas tenu à leur égard à l'égalité des tarifs.

Devant la faible sensibilité de la consommation par rapport au prix en matière d'éclairage et des abus qui auraient pu découler du monopole accordé aux distributeurs, le législateur décida (article VI de la loi du 15 juin 1906) « ... que toute concession était soumise aux clauses d'un cahier des charges... ». Le décret du 17 janvier 1928 prévoit (Article 11) des maxima de base pour la vente de l'énergie électrique. Le même article décide aussi, que tout abaissement de tarif basse tension accordé à un abonné devra bénéficier à tous les abonnés placés dans les mêmes conditions. En matière de grosses fournitures une pareille égalité ne serait pas souhaitable, car une faveur accordée dans ces conditions favorise indirectement les autres abonnés.

Vu la durée d'application des maxima fixés dans les cahiers des charges (40 ou 50 ans), vu aussi la durée des contrats passés avec les abonnés importants, les circonstances économiques pourraient faire courir de terribles dangers aux producteurs d'électricité. Pour supprimer ces aléas les contrats prévoyaient déjà avant la guerre une variation des prix en fonction du cours du charbon. Cependant la hausse des prix devint telle que, sans la jurisprudence du Conseil d'Etat, qui suivit l'arrêt fameux « du Gaz de Bordeaux », beaucoup de concessionnaires se seraient trouvés dans l'impossibilité de continuer leur exploitation. Dès lors, les clauses prévoyant les variations de prix de l'énergie se multiplièrent si bien que la circulaire du 24 novembre 1918, relative aux usines thermiques, et la circulaire du 17 janvier 1920, relative aux usines hydrauliques, créèrent deux index économiques, l'un pour la haute tension, l'autre pour la basse tension. Ces index publiés tous les 6 mois par le Ministère des Travaux Publics pour chaque région, com-

prennent deux éléments : un élément charbon, d'après le prix de la tonne dans les diverses régions, et un élément salaire (très important dans l'index basse tension) d'après le salaire horaire moyen des entreprises d'électricité.

Les prix maximum de l'énergie électrique se trouvent donc strictement réglementés.

III. — Les différents modes de tarification.

a) Le procédé le plus simple est *la vente à forfait*, qui consiste à baser le prix sur la puissance maximum que peut prendre l'abonné, déterminée par la puissance de l'installation ou un limiteur d'intensité. Le prix est donc fixé par unité de puissance et par an : d'où le danger de gaspillage de la part de l'abonné. Ce mode de tarification tend d'ailleurs à disparaître.

b) *La vente au compteur*, ou *tarif monome*, réagit contre ce gaspillage possible : il proportionne le prix à la quantité vendue, mais il incite aussi l'abonné à restreindre sa consommation qui se reporte sur les heures de pointe. Comme cette faible recette nécessite de la centrale et du réseau une même puissance installée qu'une utilisation beaucoup plus forte, le secteur doit prévoir une recette minimum sous la forme tellement impopulaire du minimum de consommation et le consommateur se croit lésé de payer un service qui ne lui a pas été rendu. D'ailleurs il faut reconnaître que ces minima ont été la source de nombreux abus de la part de certains distributeurs : aussi doit-on chercher à les supprimer.

c) *Le tarif binome* résulte de la superposition d'un tarif à forfait et d'un tarif au compteur et comprend :

— un élément puissance ou prime fixe, par kva. de puissance maximum et par an, qui doit rembourser les charges de capital et frais généraux de l'entreprise ;

— un élément énergie ou prix proportionnel, par kwh. consommé, qui rembourse les frais d'exploitation.

La formule binome est plus logique et plus équitable que la formule monome, qui incorpore dans le prix du kwh. les charges du capital et les frais généraux en tenant compte de l'utilisation moyenne, tandis que dans la formule binome ces

charges interviennent pour une certaine valeur qui dépend de l'utilisation de l'abonné. Elle est donc plus avantageuse pour l'abonné qui abaisse lui-même le prix de revient du kwh. s'il augmente sa consommation. C'est pourquoi le tarif binome est maintenant généralisé pour la force motrice et commence à pénétrer dans la tarification de l'éclairage.

d) *La tarification horaire* cherche à remédier au gros inconvénient du tarif binome qui ne tient compte que de l'utilisation de l'énergie et non de son horaire. Or, nous savons que la valeur de l'énergie est bien différente pour le producteur selon qu'il s'agit du courant de pointe, du courant de jour hors pointe ou du courant de nuit. Il paraît donc rationnel de baser le prix de l'énergie fournie sur les heures de consommation, un compteur change-tarifs commandé par une horloge faisant varier les tarifs suivant les heures, souvent aussi suivant les saisons.

Ce tarif, appliqué dans de nombreuses villes suisses, commence à se répandre en France (1), surtout pour les grosses fournitures, quoique le prix encore assez élevé du compteur en ait retardé l'extension. Il semble que ce tarif ait actuellement les faveurs des producteurs d'électricité : car il permet d'agir très efficacement sur le développement des utilisations de l'électricité pendant les heures creuses et d'obtenir une très grande régularisation de la charge des centrales.

IV. — La tarification projetée par l'office régional de l'énergie électrique.

A la suite des rapports présenté à l'Office régional de l'énergie électrique, il devint évident que la tarification actuellement employée est mal adaptée aux besoins de la consommation. La création de tarifs plus souples, plus variés et correspondant à tous les besoins s'impose, comme le fit très justement remarquer M. Crescent, ingénieur en chef du Service des Forces Hydrauliques du Sud-Ouest. Afin que les discussions entre les

(1) C'est ainsi qu'à Paris la C. P. D. E. vend le kwh. :

— 1,518 fr. pendant les heures de pointe ;

— 0,77 — pendant le jour pour tous usages autres que l'éclairage ;

— 0,30 — pendant la nuit.

représentants des producteurs et les représentants des consommateurs sur la tarification qu'il conviendrait d'adopter puis-
sent s'appuyer sur une base solide, l'Office chargea M. Crescent de faire une enquête auprès des Chambres de Commerce et d'Agriculture de la 9^e Région économique sur la situation actuelle de l'énergie électrique dans les divers départements rattachés à la 9^e région économique.

Les résultats de cette enquête, présentés par M. Crescent dans une « Etude sur la consommation et sur la tarification de l'énergie électrique dans le Sud-Ouest », firent l'objet de discussions très intéressantes lors de la réunion de l'Office du 4 juillet 1932. Nous ne pouvons malheureusement pas les exposer dans cette thèse, puisqu'elles ne sont pas terminées. Retenons seulement que « L'essai de tarification applicable à la région du Sud-Ouest » fait en ce moment même l'objet de l'étude d'une commission désignée à cet effet par le Comité de l'Office (1). Nous pouvons donc espérer que sera bientôt appliquée dans la région pyrénéenne une tarification extrêmement souple et parfaitement différenciée selon l'usage qui serait faite de l'énergie électrique. Ainsi serait levé le plus grand obstacle à une extension notable de la consommation et l'Office pourrait se féliciter d'avoir obtenu un résultat particulièrement intéressant.

SECTION III. — La création d'un service de propagande

On se plaît souvent à citer, avec envie, les chiffres de la consommation d'électricité par habitant de certains pays d'Europe ou d'Amérique. Mais il ne faudrait pas oublier que ces résultats ont été obtenus grâce aux efforts de Sociétés de propagande préoccupées de rechercher les besoins de la clientèle, de les faire naître même parfois et de les satisfaire : c'est ainsi qu'une propagande très habile a permis de répandre 100.000 réfrigérateurs aux Etats-Unis en quelques années. En France

(1) Par exemple on appliquerait des tarifs qui varieraient de 0,50 fr. ou 0,60 pour la cuisine électrique à 0,30 fr. pour le courant de nuit destiné au chauffage de l'eau et même à 0,25 fr. pour le chauffage des immeubles.

un effort semblable a été entrepris par la Société pour le développement des Applications de l'Electricité et, surtout, par la Société de Propagande Urbaine et Rurale pour l'électricité qui s'est donnée pour mission de développer en France, et plus particulièrement dans les campagnes, l'usage du courant électrique. Mais son action ne s'est pas encore fait sentir dans le Sud-Ouest, où la propagande a été jusqu'ici délaissée par les producteurs et distributeurs d'électricité, sauf un : la Compagnie du Midi.

I. — Le train exposition de la Compagnie du Midi.

Devant le succès qu'avait obtenu une initiative semblable de la C^{ie} d'Orléans, la C^{ie} du Midi décida de faire circuler, du 1^{er} mars au 19 avril 1931, un train exposition des applications rurales de l'électricité à travers les 14 départements sur lesquels s'étend son réseau. Ce train, qui comprenait 10 grands véhicules spécialement aménagés pour la démonstration concrète des progrès réalisés dans le domaine de l'électricité pratique, fut présenté dans trente-huit localités des régions agricoles du réseau et accompagné de conférences, de projections filmées, de remise de tracts et de prospectus... Ce train a, certes, provoqué l'étonnement et l'admiration des visiteurs mais il n'a pu toucher que les habitants des villes ou des agglomérations importantes, alors que c'est dans les villages mêmes que les démonstrations devraient être faites, à l'aide d'expositions automobiles semblables à celles de la S. P. U. R. E., par exemple. C'est dans leur milieu qu'il faudrait montrer aux paysans l'emploi des appareils qui peuvent les intéresser, leur faire essayer eux-mêmes ce qu'ils peuvent attendre des petits moteurs électriques et ils seront convaincus.

II. — L'initiative de l'Office Régional de l'énergie électrique.

C'est pourquoi nous ne pouvons qu'applaudir à l'initiative de M. Pierre Bastide, président de la Chambre de Commerce de Rodez, qui, lors de la réunion de l'Office du 4 juillet 1932, proposait « la formation d'un Office Régional de Propagande » qui associerait pour un effort commun les pouvoirs pu-

blics, les producteurs, les distributeurs et les constructeurs d'appareils. Son rôle serait de faire connaître par le film, par des conférences, par le journal et l'affiche, par la démonstration, etc..., les diverses machines utilisant l'électricité et de renseigner surtout les usagers, sur la valeur de ces machines et sur les applications que les tarifs dont ils disposent rendent avantageuses.

Rien n'a encore été décidé à ce sujet par l'Office régional de l'énergie électrique, mais nous espérons qu'une solution pratique sera prise rapidement : c'est là l'intérêt des usagers qui jouiront davantage de tous les bienfaits qu'apporte l'électricité : lumière, chaleur, force motrice. C'est aussi l'intérêt des producteurs qui verront s'accroître leurs débouchés et des distributeurs qui obtiendront un meilleur rendement de leurs réseaux. C'est enfin l'intérêt des constructeurs d'appareils, qui, depuis une dizaine d'années, ont fait de gros efforts pour améliorer leurs modèles.

Si la propagande est aisée dans les villes, des résultats tangibles seront plus difficiles à obtenir dans les campagnes : les paysans sont routiniers et méfiants par nature. Ils craignent souvent d'être entraînés dans des dépenses plus fortes que celles qu'on leur avoue et, d'ailleurs, ils ne peuvent, avec la crise agricole actuelle, s'engager dans des dépenses somptuaires. Mais il est certain qu'on réussirait à répandre les appareils concernant les travaux de la ferme, les pompes ainsi que certains petits appareils domestiques. C'est surtout auprès des jeunes générations plus maniables et plus curieuses qu'un effort de propagande doit être tenté. N'est-il pas désolant, par contre, de lire dans les manuels mis entre les mains des enfants des écoles primaires du Gers, c'est-à-dire 95 % des enfants, « qu'on s'éclaire à la bougie, à l'huile, au pétrole *et quelquefois à l'électricité...* » C'est tout ce qu'il est dit d'elle... alors qu'elle seule pourrait, peut-être, rendre la vie et la richesse à ce département dépeuplé.

CONCLUSION

Nous avons étudié les débouchés de l'électricité dans la région pyrénéenne et, après avoir envisagé quelles étaient les possibilités

d'extension de la consommation, nous avons conclu que cette extension était dominée par la question des prix de l'énergie électrique et par la nécessité d'entreprendre une propagande suivie auprès des populations urbaines et rurales en faveur des multiples utilisations de l'électricité. Lorsque, sous l'initiative de l'Office régional de l'énergie électrique, sera intervenu l'accord en voie de préparation sur une tarification de l'électricité applicable à la région du Sud-Ouest, lorsque les applications de l'électricité seront mieux connues et plus répandues, nous ne doutons pas que se produira un notable développement de la consommation d'électricité dans la région pyrénéenne, « développement dont la nécessité apparaît absolument indispensable, comme le disait M. Crescent à l'Office, quand on songe que dans quatre ou cinq ans se déverseront sur le Sud-Ouest 500 millions de kwh. supplémentaires, dont 300 sont à placer ».

TROISIEME PARTIE

LE TRANSPORT DE L'ÉNERGIE

La crise économique que nous traversons aura eu pour conséquence d'attirer, une fois de plus, l'attention sur les problèmes de transport et de répartition des produits, que l'extraordinaire développement des usines modernes a jeté sur un marché incapable de les absorber.

En matière de houille blanche, cette nécessité de transporter et de répartir la puissance produite s'est fait sentir dès la naissance de cette nouvelle force qui, en dépit de son abondance et de son marché, n'aurait trouvé qu'une faible utilisation dans les montagnes où elle est produite. La houille noire aurait longtemps gardé son hégémonie si l'on n'avait pu exporter l'énergie électrique vers les centres de consommation. Mais, un français révélait à l'Exposition de Vienne de 1873 la possibilité des transports d'électricité et, après plusieurs années de travail, Marcel Deprez réussissait à transporter l'énergie électrique sur 15 km. entre Vizille et Grenoble..

Grâce aux lignes de transport qui se multiplièrent très rapidement, les producteurs de houille blanche ont pu alimenter des centres industriels de plus en plus lointains et trouver ainsi un débouché sans cesse accru pour leur production. Mais bientôt ces lignes de transport ne servirent plus seulement au transport de l'énergie, elles devinrent, par l'interconnexion, un instrument de régularisation de la consommation et de

meilleure utilisation de la production d'électricité, dont le plus bel exemple nous est donné par le réseau de l'U. P. E. P. O. Enfin, par la création de lignes de transport à très haute tension, sera bientôt assurée l'interconnexion générale de toutes les provinces françaises, qui permettra de répartir, sur toute l'étendue du territoire, la lumière et la force produites par des régions privilégiées de la nature.

Tels sont les trois problèmes que nous étudierons dans la troisième partie de cette thèse.

CHAPITRE PREMIER

LES LIGNES DE TRANSPORT

Quand on examine une carte des Pyrénées, on est frappé par le caractère d'homogénéité que présente le réseau de transport à haute tension qui traverse la région pyrénéenne. Comment naquit ce collecteur qui descend de Bordeaux, longe les Pyrénées et remonte vers Toulouse, après avoir reçu, par de courts embranchements, l'énergie produite au cœur même des montagnes ? Une volonté supérieure a-t-elle donc imposé un plan d'ensemble au lieu de cette anarchie dont souffrit si souvent l'industrie électrique ?

L'explication est simple. Avant la guerre les Pyrénées n'avaient pour ainsi dire pas de ligne de transport à haute tension : les industries locales étaient alimentées par des usines situées sur place et aucun centre industriel en bordure de la montagne ne pouvait provoquer un appel de force hydraulique. Rares auraient d'ailleurs été les usines hydrauliques qui auraient pu exporter leur production. La guerre, qui avait suscité l'aménagement de puissantes usines hydroélectriques et la création de l'industrie électrochimique et électrométallurgique, devait aussi apporter de profondes modifications à cet état de choses. Mais ce furent les projets d'électrification de la C^{ie} du Midi, qui entraînèrent la construction d'un réseau haute tension, dont les conséquences devaient être considérables sur toute l'industrie électrique pyrénéenne.

Après avoir étudié les difficultés que présentent l'établissement de lignes à haute tension, nous examinerons l'œuvre de la C^{ie} du Midi et des Sociétés d'électricité, et les conséquences qu'un réseau de transport à haute tension peut avoir sur la production et la distribution de l'énergie électrique : c'est-à-dire l'interconnexion.

SECTION I. — Les difficultés d'établissement des lignes de transport

Les difficultés que rencontre la création d'une ligne de transport peuvent être : soit des difficultés administratives qui sont aujourd'hui aplanies, soit des difficultés financières qui sont toujours d'actualité.

I. — Difficultés d'ordre administratif

La grande loi de 1906 qui établit le régime administratif des lignes électriques n'avait prévu que d'une façon peu précise le cas du transport d'énergie. Ce fut le Décret du 24 avril 1923 qui donna aux lignes à haute tension un statut administratif en harmonie avec leur rôle économique. En effet, vu le coût très élevé des postes de coupure qui sont nécessaires pour la fourniture du courant sur le parcours de ces lignes, il ne pouvait être question d'obligation de fournir l'énergie que pour des puissances considérables, qui rendaient illusoire l'intérêt de cette obligation pour les services publics des régions traversées. Le rôle de ces lignes ne peut donc être de fournir, mais de transporter l'énergie produite par un ou plusieurs producteurs vers les centres de consommation. Cette conception des lignes de transport a nécessité la création d'un type spécial de concession (1), qui prévoit, non l'obligation de fournir à un certain tarif, mais l'obligation de transporter moyennant un certain

(1) Comme il n'existe pas encore de cahier des charges-types de transport approuvé par Décret portant règlement d'administration publique, chaque concession de transport, accordée pour 75 ans, fait l'objet d'un décret spécial, dont on peut trouver un exemple type dans la concession accordée à la Société des Forces Motrices du Béarn (*Journal Officiel* du 12 mars 1929).

péage par kwh. x km., de même qu'un transport de marchandise est rémunéré par un tarif à la tonne-kilomètre.

Assez souple pour avoir permis ce nouveau genre de concession, la loi fondamentale du 15 juin 1906 a reçu bien des retouches successives par suite de l'évolution de l'idée de service public en matière de distribution ou de transport d'énergie électrique. Si d'autres modifications ou compléments de cette loi sont encore désirables, comme le montrait M. Mestre au troisième Congrès de la Houille Blanche tenu à Grenoble en 1925, les textes qui régissent l'industrie électrique se sont révélés en pratique assez souples et assez libéraux pour assurer le respect des intérêts légitimes en présence, et présentent en même temps assez d'unité, pour que sur l'ensemble du territoire le statut légal de cette industrie soit unifié dans toute la mesure du possible (1).

II. — Difficultés d'ordre financier

Les difficultés financières sont beaucoup plus difficiles à résoudre : car elles viennent de l'importance des capitaux nécessaires pour construire une ligne de transport et du faible rendement financier de ces lignes pendant les premières années de leur exploitation.

On connaît cette vieille règle, qui est toujours vraie, qu'il faut compter 1 franc par volt et par kilomètre de ligne. Ainsi on estime actuellement qu'une ligne à 150.000 volts revient à 120.000 fr. par km., sans compter les postes. On compte 40.000 fr. de dépenses de poste par kilomètre, en ne comprenant dans cette évaluation que les postes et compensateurs synchrones nécessaires pour assurer le fonctionnement de la ligne. En résumé, sans compter les transformateurs de tension (2), le coût d'une ligne à 150.000 volts ressort à 160.000 fr. par km. Une ligne à 220.000 volts dans les mêmes conditions reviendrait à

(1) Cf. La Circulaire et l'Arrêté interministériel du 10 juillet 1925 uniformisant les types de matériel et de courant employés par l'industrie électrique.

(2) Le coût total des postes de transformation varie beaucoup avec leur équipement : pour un poste à 150.000 volts il faut compter 5 à 6 millions et 20 à 25 millions pour un poste à 220.000 volts.

200 ou 220 000 fr. tandis qu'une ligne à 60.000 volts coûterait 60 à 80.000 fr. par km.

Il ne s'agit là que des dépenses de construction, mais il faut ajouter les frais généraux de l'affaire pendant la période de construction 10 % des chiffres ci-dessus) afin de connaître la somme totale des dépenses de premier établissement.

D'autre part, les charges annuelles des lignes de transport sont lourdes : en comprenant l'intérêt et l'amortissement des obligations et des actions, les frais généraux, les charges annuelles d'exploitation proprement dites (entretien et renouvellement), on arrive à un total de 11 à 12 % des dépenses d'établissement. Ces derniers chiffres ne paraîtront pas exagérés, si on songe au loyer très élevé de l'argent durant ces dernières années, à la charge de l'amortissement financier en 75 ans au maximum, et à la nécessité d'un amortissement industriel en 30 à 40 ans. Ce temps est un peu court s'il s'agit des pylones et les lignes, mais on a constaté sur certaines lignes, qu'il fallait changer les isolateurs après une quinzaine d'années d'usage. Il faut donc faire une moyenne.

Comme les lignes ont dû être établies en tenant compte non seulement des nécessités actuelles mais aussi des besoins futurs, les recettes que constituent les péages payés par les utilisateurs des lignes de transport, peuvent rester longtemps faibles par rapport aux immobilisations. Ces recettes ne peuvent s'accroître que grâce à une augmentation des kwh. transportés, tandis que le prix du péage lui-même reste peu élevé. En effet, si une partie des kwh transportés et consommés pour l'éclairage par exemple, peut payer un péage assez élevé, les kwh consommés par les industriels doivent être bon marché. Contrairement aux chemins de fer qui peuvent appliquer des tarifs différentiels suivant la nature des objets transportés, il est impossible de connaître la valeur des kwh. transportés. Le prix du péage sera donc faible pour l'ensemble et ceci est aussi commandé par la concurrence qui existe entre les usines thermiques et les usines hydrauliques. Puisque, selon le prix du charbon, il n'y a souvent pas un grand écart entre les prix de revient de ces deux sources d'énergie électrique, imposer un péage trop élevé aux usines hydroélectriques situées loin des centres de consommation risquerait de rompre cet équilibre

et pousserait à la création sur place d'usines thermiques.

Il est donc indispensable que le nombre des kwh. transportés atteigne un certain pourcentage d'utilisation de la ligne pour que les charges soient couvertes. Une ligne nouvellement construite ne remplira cette condition qu'après plusieurs années d'exploitation et, considérée en elle-même, ne rémunérerait d'abord qu'assez mal les capitaux investis. Mais, en général (1), les lignes de transport sont construites par des sociétés productrices et distributrices d'électricité qui en retirent des bénéfices tout autres qu'un simple transporteur d'énergie.

Toutefois cette obligation de construire les lignes de transport en prévoyant les besoins de l'avenir — il serait absurde, en effet, d'être obligé de construire une nouvelle ligne dans quelques années — entraîne un surcroît de dépenses d'établissement. Il est donc juste que l'Etat participe à ces dépenses. Les lois du 16 octobre 1919 et du 19 juillet 1922 préoyaient déjà cet aide de l'Etat sous la forme assez imprécise d'avances remboursables ou de subventions. La loi des finances du 31 mars 1931 (2) leur substitua jusqu'au 1^{er} avril 1935 l'allocation, pendant 30 ans au maximum, d'annuités destinées à alléger la charge en intérêt des emprunts contractés par les constructeurs des lignes de transport. Leur taux est fixé d'après les conditions du marché au moment de l'émission, sans pouvoir dépasser 2 % des sommes non encore amorties empruntées en vue de la construction des réseaux de transports (les frais généraux sont donc déduits).

L'Etat sera remboursé, sans intérêt, au moyen d'une redevance sur les kwh transportés au-delà d'une certaine limite forfaitaire.

Ces bonifications d'intérêt ont atteint 6.400.000 francs pendant l'année budgétaire 1931-1932 et 4.800.000 francs pendant les 9 mois de l'année budgétaire 1^{er} avril-31 décembre 1932.

(1) Seul fait exception le réseau créé par l'Etat pour aider à la reconstruction des régions dévastées. Les rapports présentés à ce sujet au Congrès de Grenoble de 1925 montrent, que si cette ligne a eu les plus heureuses conséquences au point de vue national, ses résultats financiers ne furent pas brillants.

(2) Ces dispositions remplacent l'accord de subventions au capital (200 millions) qui avait été prévu dans le Plan d'Outillage National.

Les dispositions de cette loi sont très intéressantes pour les Sociétés de transports puisqu'elles allègent les charges pendant les années où les recettes seront les plus faibles. Dans les années qui suivront, non seulement les débouchés s'accroîtront progressivement, mais de nouvelles usines débiteront sur le réseau dont la charge sera ainsi augmentée. La certitude d'exporter et de vendre leur production incite toujours à l'aménagement de nouvelles chutes d'eau : c'est ce qui s'est produit, par exemple, autour du poste de Marèges. C'est donc sur les lignes de transport, beaucoup plus que sur les usines, que doivent se porter actuellement les efforts de l'Etat et des Sociétés d'électricité.

SECTION II. — Le réseau de la compagnie du Midi et les lignes des sociétés d'électricité

Selon la politique qu'ils ont suivi en matière de lignes de transport, on peut classer les divers pays en deux grandes catégories :

— La Suisse, l'Autriche, la Suède, la Norvège... ont suivi la politique de l'Allemagne comportant la création de deux réseaux distincts de lignes de transport affectés, l'un à la clientèle industrielle, l'autre à la traction. Pour la traction on emploie le courant monophasé à faible fréquence (16 2/3 p : s) tandis que pour le réseau industriel on préfère le courant triphasé à fréquence normale (50 p : s).

— Au contraire l'Angleterre, la Hollande, le Japon, l'Amérique du Sud, l'Australie... ont suivi la politique choisie par la France : les usines génératrices ne produisent que de l'alternatif triphasé à la fréquence de 50 p : s et elles alimentent la clientèle industrielle et la traction au moyen d'un seul réseau de lignes de transport.

En France la conception de l'unification a dominé toute l'étude de l'électrification des chemins de fer et fut choisie en raison des garanties de sécurité et d'économie qu'elle devait procurer, en raison aussi de l'identité de trajet des lignes de transport et des lignes de chemins de fer, qui suivent les grandes voies de communications très justement appelées par

M. Parodi « les géodésiques du monde économique ». Mais une autre considération a milité contre la création de deux réseaux distincts : c'est la proportion d'énergie à transporter sur chacun d'eux. Il semble en effet que le trafic sur un réseau de traction ne puisse dépasser 15 à 20 % du trafic total de l'énergie électrique, et que, de ce fait, l'effort financier correspondant à la création d'un réseau destiné à la traction seule soit hors de proportion avec le but général à atteindre. Par exemple, sur les 13.635 millions de kwh. consommés en France pendant l'année 1930, 600 millions l'ont été pour les besoins de la traction, soit 4,25 % de la consommation totale. Même si l'électrification était étendue à l'ensemble des réseaux français, la consommation à prévoir serait de l'ordre de 3 milliards de kwh. soit 20 % de la production actuelle.

Le choix d'un réseau unique de transport a joué un grand rôle dans les travaux de la Commission Ministérielle de 1920. C'est de là qu'est venue l'heureuse décision qui fut alors prise d'adopter comme courant primaire d'alimentation des chemins de fer électrifiés le courant triphasé à la fréquence de 50 périodes par seconde, déjà utilisé pour la distribution. C'est également à cette conception qu'est dû en grande partie le choix, comme courant de traction, du courant continu considéré à cette époque comme seul compatible en bonne économie avec cette forme de courant primaire.

En raison de ces décisions la Compagnie du Midi renonça à poursuivre la traction monophasée sur les lignes où pourtant l'emploi de ce courant était justifié et elle accepta de modifier ses projets de manière à construire un réseau haute tension (150.000 et 60.000 volts) qui pourrait être commun aux besoins des chemins de fer et de l'industrie.

I. — Le réseau à 150.000 volts de la compagnie du Midi.

Le courant nécessaire à la traction est produit par les usines hydroélectriques de la Compagnie du Midi sous forme de courant triphasé à la tension de 60.000 volts et à la fréquence de 50 périodes par seconde.

Une partie de cette énergie est déversée directement sur le réseau à 60.000 volts qui distribue le courant aux sous-stations

de traction. L'autre partie est transformée avant d'être transportée : car cette tension est trop faible pour alimenter sans chute exagérée les sous-stations très éloignées des usines génératrices. C'est pourquoi la Compagnie a décidé de transporter l'énergie sur un super-réseau à très haute tension et elle choisit la tension de 150.000 volts qui, déjà employée avec succès en Californie, convenait particulièrement aux conditions des transports à réaliser entre les Pyrénées et Bordeaux ou Toulouse. Ainsi le courant produit par les usines de la vallée d'Ossau est transformé par le poste élévateur 60.000/150.000 volt de Laruns et transporté sur le réseau à 150.000 volts jusqu'aux postes abaisseurs de Pessac ou de Portet-Saint-Simon où il sera de nouveau transformé en courant à 60.000 volts, afin d'alimenter les sous-stations de traction.

A) *Lignes à 150.000 volts (1).*

Ce réseau comprend :

— deux lignes parallèles établies sur pylones indépendants qui partent du poste élévateur de Laruns, passent par le poste intermédiaire de Dax et aboutissent, après un parcours de 247 km., au poste abaisseur de Pessac, près de Bordeaux ;

— une troisième ligne d'une longueur de 178 km., qui sera bientôt doublée, se raccorde avec les précédentes à Pau, passe par le poste élévateur de Lannemesan, qui déverse sur elle l'énergie produite par les usines de la vallée d'Aure et du Louron, et aboutit au poste abaisseur de Portet-Saint-Simon, près de Toulouse.

Cette ligne a été prolongée de 137 km. vers le sud du Massif Central. Passant par le poste de Lentin elle dessert Carmaux et se termine à Saint-Victor, près de Millau, où un poste abaisseur permet d'alimenter la ligne Béziers-Neussargues et de connecter l'usine de Pinet, qui est, sur le Tarn, l'installation capitale de l'Energie Electrique du Rouergue.

— Enfin deux lignes partiront du poste élévateur d'Ax-les-Thermes et aboutiront au poste de Portet-Saint Simon où elles transporteront l'énergie produite par les usines projetées dans

(1) La Concession du réseau à 150.000 volts a été accordée par le décret du 15 septembre 1926.

l'Ariège. Leur longueur sera de 110 km. ce qui portera la longueur totale du réseau à 1048 km.

B) Postes de transformation.

La Compagnie possède à l'heure actuelle six postes de transformation de type dit « extérieur » parce que seuls les machines et les tableaux de commande sont placés à l'intérieur des bâtiments, ce qui rend l'installation plus simple et les manœuvres plus faciles.

Deux de ces postes sont élévateurs :

Laruns avec deux et plus tard trois groupes de 20.000 kva. ;

Lannemezan avec un groupe de 20.000 kva. et un groupe de 30.000 kva.

Un troisième poste est en projet près d'*Ax-les-Thermes* et serait équipé de trois groupes de 20.000 kva.

Les quatre autres postes sont abaisseurs :

Dax avec un groupe de 20.000 kva.

Pessac avec deux et plus tard trois groupes de 20.000 kva.

Portet-Saint-Simon avec un groupe de 20.000 kva. et un de 30.000 kva. qui seront renforcés de deux nouveaux groupes de 20.000 kva. ;

Saint-Victor avec un groupe de 25.000 kva.

Les postes de Dax, Pessac et Portet Saint-Simon sont munis de compensateurs synchrones, qui permettent de maintenir aux extrémités des lignes à 150.000 volts une tension constante quelle que soit la charge.

A ces postes de transformation il y a lieu d'ajouter les deux postes de coupure et de sectionnement de Pau et de Labouheyre.

II. — Le réseau à 60.000 volts et au-dessous de la Compagnie du Midi.

A) Les lignes à 60.000 volts (1).

Le réseau à 60.000 volts, qui doit atteindre un développement futur de plus de 3000 km., comprend actuellement 1314 km., de lignes en service et 270 km. de lignes en construction. Il

(1) La Concession des lignes à 60.000 volts n'a été accordée que par le Décret du 10 octobre 1932 Avec un certain retard, comme on le voit,

est raccordé, d'une part aux usines génératrices des Pyrénées qui déversent sur lui une partie de leur production, et d'autre part aux postes abaisseurs de Dax, Pessac, Portet-Saint-Simon et Saint-Victor qui alimentent les points éloignés. Les premières lignes à 60.000 volts étaient établies sur les emprises des voies ferrées, mais, par suite des inconvénients que présentait cette disposition vis-à-vis des lignes de télé-communication, les nouvelles lignes sont construites en dehors des emprises du chemin de fer à une distance d'au moins deux kilomètres et ne s'en rapprochent que pour alimenter les sous-stations. Ces lignes sont en principe simples, mais par raison de sécurité celles qui réunissent les usines, soit entre elles (cas de Miégebat et Hourat), soit avec le reste du réseau (cas des usines de Soulom et d'Eget) sont doublées.

B) Les sous-stations de traction.

Pour servir à la traction, le courant alternatif triphasé à 60.000 volts doit être transformé en courant continu à 1500 volts. C'est le rôle des sous-stations qui transforment le courant et le déversent sur les lignes caténaïres où les archers des locomotives viendront le capter.

La puissance des sous-stations et leur écartement (20 km. en moyenne) ont été déterminés suivant les conditions du trafic et le profil des lignes qu'elles alimentent. Sauf pour cinq anciennes stations qui emploient des redresseurs à vapeur de mercure, toutes les sous-stations sont du type semi-extérieur et transforment le courant à l'aide de commutatrices : soit une commutatrice à 1500 v. directs, soit deux commutatrices à 750 v. en série. La puissance des groupes redresseurs varie de 1200 à 2000 kw. suivant les cas.

Il serait fastidieux de donner la liste de toutes les sous-stations de la compagnie ; rappelons seulement que la Compagnie du Midi a en service actuellement :

— 8 sous-stations à 850 v. pour la ligne de Villefranche-de-Conflent à Latour-de-Carol ;

— 62 sous-stations à 1500 v pour l'ensemble des autres lignes.

D'autre part 17 sous-stations à 1500 v. sont en construction :

— 4 pour alimenter la ligne de Bordeaux à Pointe de Grave ;

— 13 pour alimenter la ligne Montauban-Sète.

A la suite d'essais effectués depuis 1927 la Compagnie a décidé d'appliquer le principe de l'automatisme à toutes ses nouvelles sous-stations et de transformer dans ce sens les anciennes. Cependant la Compagnie n'a pas adopté le système de l'automatisme absolu : la garde et la conduite des sous-stations est confiée à un seul agent demeurant sur place, qui reçoit les appels téléphoniques, et veille sur les signaux d'alarme en cas d'accident.

C) Les lignes à 10.000 volts.

Certaines sous-stations sont munies de postes 60.000/10.000 v. qui alimentent, sur les lignes à gros trafic, les circuits de bloc automatique et les installations d'éclairage et de force des gares.

D) Les lignes de prise de courant.

Pour alimenter ses locomotives, la Compagnie du Midi a équipé ses voies ferrées au moyen de lignes aériennes du type caténaire. Ces lignes sont constituées par un câble porteur en acier galvanisé goudronné de 78,94 mm² de section qui supporte, au moyen de pendules rigides, un fil porteur auxiliaire en cuivre rainuré de 100 mm² de section. A ce porteur auxiliaire est accroché au moyen de griffes un second fil de cuivre rainuré identique, qui constitue le fil de travail proprement dit. En alignement, des antibalancants élastiques maintiennent la ligne dans l'axe de la voie.

La disposition caractéristique de ce système caténaire est la suppression des antibalancants dans les courbes ; la tension du fil donne aux pendules une position inclinée et le fil de travail prend la forme d'une courbe coïncidant avec celle de la voie. La flexibilité est remarquable : au passage des pantographes la ligne se soulève en entraînant les pendules et tous les contacts brutaux sont supprimés. Ce type de caténaire se prête donc particulièrement bien à la captation des courants de grande intensité et aux grandes vitesses : des trains d'essai ont pu y circuler, dans d'excellentes conditions, à des vitesses supérieures à 130 km. à l'heure.

III. — Les lignes de transport des sociétés d'électricité

L'œuvre de la Compagnie du Midi eut une importance d'autant plus grande pour l'exploitation des chutes d'eau pyrénéennes qu'il suffisait désormais aux producteurs, aux distributeurs, ou même à certains gros consommateurs, de construire de courts embranchements pour se trouver reliés par les postes de transformation au réseau de transport à 150.000 volts : par le poste de Pessac pour la Société minière des Landes, par le poste de Dax pour la Société Hydroélectrique des Basses-Pyrénées, par le poste de Laruns pour la Société des Forces Motrices de la vallée d'Aspe, par le poste de Lannemezan pour la Société Penarroya et la Société des Produits Azotés... etc.

Ces postes ne sont donc pas seulement utilisés pour exporter sur les lignes de transport du Midi la production des usines pyrénéennes, mais ils servent aussi à des échanges plus complexes, puisque les Sociétés en même temps productrices et distributrices et les Sociétés d'électrochimie tirent ou déversent de l'énergie sur les lignes suivant leurs besoins ou leurs disponibilités momentanées.

Le meilleur exemple nous est donné par le schéma ci-dessous des lignes aboutissant au poste de Portet-Saint-Simon, situé à 12 km. de Toulouse.

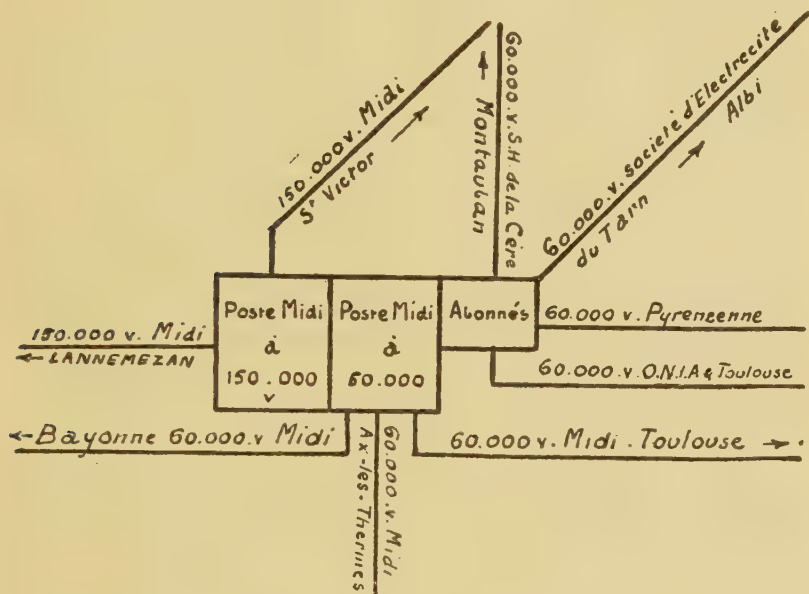
Ce poste est relié par la ligne à 150.000 volts, Portet-Saint-Simon à Lannemezan, à toutes les usines hydroélectriques importantes des Pyrénées de Luchon à l'Atlantique et par la ligne de Portet-Saint-Simon à Saint Victor aux usines du bassin du Tarn et du Bassin houiller de Carmaux. Il est également relié aux lignes à 60.000 volts de Portet-Saint-Simon-Bayonne et de Port-Ax-les-Thermes-Latour-de-Carol destinées à l'alimentation des sous stations de traction

Mais le poste de Portet Saint-Simon reçoit aussi des lignes des Sociétés privées : la ligne de la Société d'électricité du Tarn, Portet-Albi, qui alimente les usines de ciment, de soie artificielle, de la région albigeoise ;

— la ligne de la Société Pyrénéenne d'Energie Electrique, Portet-Braqueville, qui sert à l'alimentation complémentaire du réseau de cette Société ;

— la ligne de l'Office National Industriel de l'Azote, Portet-

Toulouse, qui alimente l'usine de l'Onia et, en partie, la ville de Toulouse. Enfin la Société Hydroélectrique de la Cère construit actuellement une ligne Portet-Montauban avec embranchement vers Agen et vers Laval de Cère.



Le poste de Portet-St-Simon qui reçoit à 150.000 volts l'énergie de deux sources différentes, la redistribue à 60.000 volts, pour qu'elle soit consommée par les chemins de fer, par une usine électrochimique et par les clients de deux Sociétés de distribution. Enfin par l'intermédiaire du poste de Saint-Victor auquel il est relié, le poste de Portet-St-Simon peut exporter les excédents d'énergie pyrénéenne vers la région des Alpes ou du Massif Central. Les autres postes du réseau jouent un rôle semblable: on voit donc tout l'intérêt que présente cette liaison du Midi et des réseaux des Sociétés. Nous en reparlerons.

Cependant les Sociétés ne se sont pas contentées de se relier ainsi au réseau du Midi. Certaines ont aussi construit des lignes

particulières pour alimenter directement leurs usines électro-chimiques : par exemple la Compagnie d'Electricité Industrielle pour l'usine de Marignac, la Société des Produits Azotés pour l'usine de Lannemezan, la Compagnie d'Alais, Froges et Camargue pour ses usines d'aluminium... etc. D'autres Sociétés ont construit de longues lignes à haute tension pour relier leurs usines hydrauliques et leurs réseaux de distribution : par exemple la Société des Forces Motrices de la vallée d'Aspe a construit une ligne des Forges d'Abel à Oloron où elle se dédouble vers Bayonne et vers Agen (422 km. au total) ; la Société Hydroélectrique de la Cère, qui possède déjà 186 km. de ligne haute tension dans les Pyrénées et le Massif Central, construit la ligne de Portet-St-Simon-Montauban-Agen et de Montauban-Laval de Cère qui atteindront 332 km. ; la Société Electrique Ecoiffier exploite la ligne à 30 000 volts de Llau à Perpignan (96 km.)... etc.

Il serait fastidieux d'énumérer toutes les lignes construites par les Sociétés de distribution : aussi avons-nous placé en annexe un tableau comprenant toutes les lignes à haute tension concédées (3.696,2 km.) ou en cours de concession (348 km.) de la région pyrénéenne et même du Tarn, puisque c'est par le porte de Saint-Victor que doit se faire la connexion des lignes pyrénéennes et des lignes des Alpes ou du Massif Central.

SECTION III. — L'interconnexion

Nous venons de constater que toutes les principales usines hydroélectriques pyrénéennes s'étaient reliées aux lignes de transport à haute tension de la C^e du Midi. Le but recherché était d'obtenir l'interconnexion de ces usines. Nous devons donc nous demander ce qu'est l'interconnexion et quelles peuvent en être les conséquences.

I. — Définition de l'interconnexion.

L'interconnexion, dans sa forme primitive, consiste dans la jonction des différentes sources de production d'électricité, des usines thermiques aussi bien que des usines hydrauliques, à

l'aide d'un réseau de transport commun, afin d'obtenir une meilleure utilisation de ces usines et de ces lignes de transport. Alors qu'une usine hydraulique isolée doit détruire par des ouvrages onéreux l'irrégularité du débit naturel de la rivière qui l'alimente, l'interconnexion lui permettra de déverser sur le réseau et d'exporter les excédents qui ne peuvent être utilisés sur place. Ainsi, alors que la régularisation transporte les excédents dans le temps, l'interconnexion les transporte dans l'espace. Elle a le double avantage d'être souvent moins chère et toujours plus sûre : un barrage de 60 à 80 m. de hauteur coûte 40 à 60 millions ; pour ce prix on pourra construire des dizaines de km. de lignes qui feront profiter les régions reliées d'énergie complémentaire de celle dont elles disposent. Ces lignes auront en outre le bénéfice de la double alimentation et seront donc mieux garanties contre les pannes.

L'interconnexion permettra, d'autre part, de régulariser la consommation par la diversité de la clientèle que le réseau de transport pourra desservir. Il se produit, en effet, par la superposition des courbes de charges correspondant aux diverses industries alimentées et dont les maxima ne coïncident pas, une régularisation de la courbe de charge totale et par conséquent une amélioration de l'utilisation des usines. Ceci se traduit par une réduction du prix de revient du kwh., beaucoup plus importante d'ailleurs pour les usines hydrauliques que pour les usines thermiques.

Prenons un exemple : Si une usine ne travaillait que pour alimenter des industriels en énergie, elle travaillerait 300 jours à 8 heures par jour : soit 2400 heures. Si elle fait aussi de l'éclairage, elle arrivera à 3000 h., 4000 h. au maximum. Mais si elle se joint à d'autres usines pour envoyer son énergie sur un réseau capable d'atteindre une clientèle aussi diversifiée et aussi étendue que possible, elle arrivera encore à mieux. C'est ainsi que certaines usines françaises travaillent 5500 h., mais de nombreux exemples permettent d'espérer qu'on se rapprochera encore des 8760 heures qui composent une année.

II. — L'interconnexion des centrales hydrauliques

L'interconnexion peut se concevoir uniquement entre usines hydrauliques, ce qui présente déjà de nombreux avantages :

— La possibilité d'assurer le meilleur régime de fonctionnement en charge des usines en répartissant la production suivant les saisons, les heures ou le régime de consommation du réseau ;

— La compensation des usines hydrauliques entre elles par l'interconnexion d'usines de régimes saisonniers différents, soit à l'intérieur d'une même région comme les Pyrénées, soit entre des régions différentes : Pyrénées, Alpes, Massif Central ;

— L'utilisation intensive des différentes installations hydrauliques en interconnectant les usines au fil de l'eau avec les usines munies de réservoirs régulateurs ;

— La possibilité d'assurer l'entr'aide des usines en cas d'accident de machines et, par suite, diminution de l'importance des groupes de rechange : l'installation des usines est donc simplifiée et devient moins coûteuse.

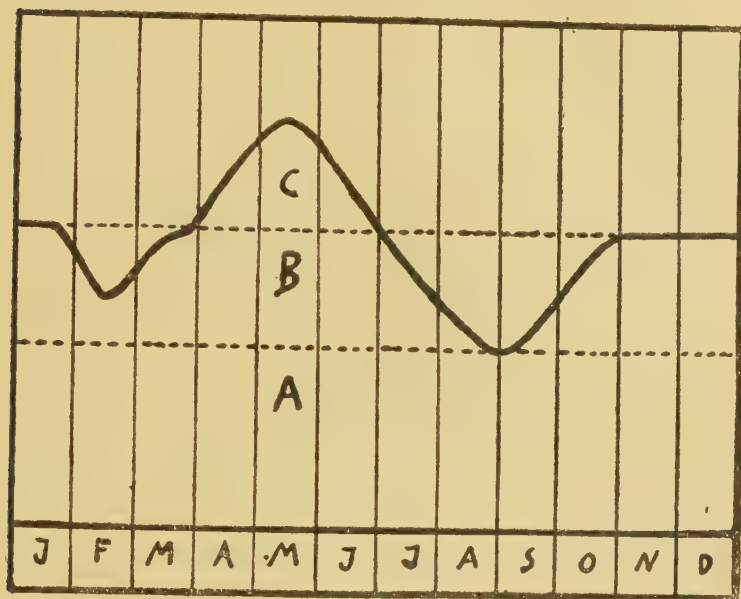
En résumé, l'interconnexion permet une utilisation beaucoup plus grande des installations hydrauliques et une économie évidente dans leur construction. Toutefois l'interconnexion peut avoir des conséquences économiques bien plus intéressantes, si on envisage l'interconnexion des usines hydrauliques et des usines thermiques.

III. — L'interconnexion des centrales hydrauliques et des centrales thermiques

Contrairement à une opinion trop généralement répandue, les usines hydrauliques et les thermiques ne sont pas rivales, mais sont complémentaires les unes des autres. Il y a donc lieu d'adjoindre des usines thermiques aux usines hydrauliques interconnectées, afin d'obtenir une meilleure utilisation de ces usines hydrauliques.

En effet, si nous examinons la courbe de production ci-dessous d'un groupe type d'usines des Pyrénées, nous voyons que ces usines peuvent alimenter une clientèle permanente consommant la quantité d'énergie A, produite pendant toute l'année. Par contre il sera plus difficile à ces usines de vendre l'énergie saisonnière B qui aura d'ailleurs une valeur moindre : elle sera utilisée par les électrochimistes. Mais, si on adjoint à cet ensemble une usine thermique, l'énergie B sera valorisée

grâce à cette usine thermique qui fournira l'énergie complémentaire : elle pourra être considérée comme permanente.



Une partie de la force hydraulique C, très variable suivant les années, sera de toute façon perdue, car il serait trop coûteux de faire le complément avec de l'énergie thermique. D'autre part, on ne peut songer à faire absorber cette pointe par l'industrie électrochimique : seuls de très gros fours y parviendraient, mais leur coût de construction ne permet pas de les faire marcher trois mois par an seulement. Il y aura donc toujours de l'énergie perdue en période de hautes eaux et on peut considérer 85 % comme un maximum d'utilisation des usines hydrauliques.

Pour tirer le meilleur parti d'un groupe d'usines, l'idéal serait de disposer d'un clavier complet d'usines : usines thermiques, usines hydrauliques au fil de l'eau, usines hydrauliques munies de réservoirs, etc... Nous ne pouvons citer de meilleur exemple que le réseau national belge en cours de construction.

Mais les avantages de l'interconnexion sont aussi reconnus depuis longtemps en France. La loi du 19 juillet 1922 permet à l'Etat d'imposer l'entente aux producteurs récalcitrants : cette loi ne reçut aucune application concrète, car les producteurs français étaient les premiers à désirer l'interconnexion et avaient compris que leur intérêt était d'exporter leur production vers les centres de consommation.

Par contre, certaines communes auraient voulu empêcher l'exportation du courant : s'il était désirable qu'une partie de l'énergie soit employée sur place au profit des industries locales, c'était une hérésie que de vouloir empêcher l'exportation de l'énergie non régularisée et par conséquent sans valeur pour la clientèle locale, alors qu'elle pouvait être régularisée et revalorisée grâce à l'interconnexion.

Parmi les premiers les producteurs des Pyrénées ont compris tout l'intérêt qu'ils pourraient tirer de l'interconnexion de leurs centrales. Nous allons donc étudier la remarquable solution qu'ils ont donné au problème de l'interconnexion par la création de l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées Occidentales.

CHAPITRE II

L'UNION DES PRODUCTEURS D'ÉLECTRICITÉ DES PYRÉNÉES OCCIDENTALES

A l'heure où l'on parle dans tous les pays d'organisation, de discipline industrielle et de rationalisation, il est intéressant de montrer comment une demi-douzaine de chefs d'industrie français, placés en face de problèmes délicats causés par la situation économique de la région pyrénéenne au lendemain de la guerre, se sont réunis pour résoudre ces problèmes au mieux de leurs intérêts communs, au mieux de l'intérêt public. On verra ainsi comment des producteurs d'énergie électrique sont arrivés à s'organiser avec une discipline fidèlement et librement consentie et à créer un organisme qui assure la marche harmonieuse en parallèle de toutes les centrales affiliées à cette entente : l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées Occidentales.

SECTION I. — La création de l'U. P. E. P. O.

Nous ne décrirons pas dans quelles conditions se trouvait l'industrie de la production de l'énergie électrique à la fin de la guerre, puisque nous l'avons déjà fait dans notre première partie. Rappelons seulement qu'avant la fin de la guerre et durant les années 1919 et 1920, qui furent celles des grands projets, de nombreuses chutes d'eau avaient été équipées : les usines de la Pique et du lac d'Oo (130 millions de kwh.) par la

C. E. I., les usines de Bordères et Loudenvielle (70 millions de kwh.) par le Service des Poudres, l'usine d'Eget (90 millions de kwh.) par le Midi, l'usine de Saint-Lary (70 millions de kwh.) par la société de Pennaroya. Toutes ces usines se trouvaient donc disposer d'une quantité de kwh. sans cesse accrue, alors que les usines électrochimiques créées pour faire face aux besoins de la défense nationale (Marignac, Lannemezan, Soulom...), se trouvaient dans l'obligation d'adapter leur exploitation à l'économie de paix et de s'orienter vers de nouvelles fabrications et ne pouvaient désormais consommer que des kwh. de basse valeur.

De plus, pour réaliser son programme d'électrification de 1920, la Compagnie du Midi entreprit l'aménagement complet de la vallée d'Ossau dont les trois usines d'Artouste, Miégebat et Hourat pourraient produire 260 millions de kwh. et la Société des Forces Motrices de la vallée d'Aspe commençait l'aménagement de cette vallée, dont les 4 usines du Lac d'Estaens, des Forges d'Abel, d'Esquit et de Baralet devaient avoir au total une capacité annuelle de production de 100 millions de kwh.

Survint au moment où s'exécutaient ces différents programmes de transformation des usines de guerre et d'extension des installations de traction et de distribution, la crise de 1921. On put alors se demander ce que deviendrait toute cette industrie électrochimique née de la guerre, mais aussi ce que l'on allait pouvoir faire de tous les excédents d'énergie produits par les usines installées ou en cours d'installation dans les Pyrénées. La situation se compliquait encore du fait que les usines de production d'énergie, situées dans les vallées des Pyrénées, devaient désormais rechercher des débouchés au loin dans la région du Sud-Ouest et manquaient encore de lignes de transport à haute tension.

L'avenir de l'industrie électrique semblait bien compromis quand en 1920-21 la Compagnie du Midi et le Ministre des Travaux Publics, que cet état de choses ne pouvait pas ne pas frapper, conçurent l'idée de faire servir le réseau à haute tension que cette Compagnie devait installer après son programme de 1920, non seulement aux besoins propres de la Compagnie ou éventuellement au transport de ses propres excédents, mais encore à tous les producteurs d'énergie de cette région. Ainsi se

trouverait réalisée une entente technique et commerciale entre les intéressés qui auraient un exutoire pour leur production et bénéficieraient de tous les avantages de l'interconnexion. Ce serait en outre la première application en France de la notion de super-réseau organe de transport collectif, grâce au réseau à 150.000 volts de la Compagnie du Midi complété par une série d'artères à 60.000 volts. Il suffisait donc de relier les usines génératrices à Laruns ou Lannemezan, ce que la disposition des lieux rendait facile, pour que toutes les usines soient connectées entre elles et avec le super-réseau, et cessent, par le fait même, d'être isolées dans le fond de leurs vallées.

I. — La constitution de l'U. P. E. P. O.

En effet, le 14 décembre 1922, fut constituée sous la forme d'une société anonyme l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées-Occidentales pour l'étude et la réalisation d'un plan d'ensemble rationnel de transport et de distribution (1). Ce groupement comprenait à l'origine les six producteurs suivants : la Compagnie du Chemin de fer du Midi, la Compagnie d'Electricité Industrielle, la Société des Produits Azotés, la Société Minière et Métallurgique de Pennaroya, la Société des Forces Motrices de la Vallée d'Aspe, la Société des Forces Electriques de la Vallée de Gavarnie. L'ensemble des 16 usines de ces Sociétés représentait, après achèvement des travaux en cours à cette époque, une possibilité de production de 267.000 kw. et 900 millions de kwh. Par la suite, l'Energie électrique du Rouergue, la Compagnie des produits chimiques et électrométallurgiques « Alais Froges et Camargue », la Société Hydroélectrique de la Cère, la Société minière et électrique des Landes (Minela), l'Hydraulique, la Société hydroélectrique du Midi ont adhéré à l'U. P. E. P. O. Celle-ci a été conduite à élargir le

(1) Il est intéressant de remarquer que cette Union a un but seulement technique et commercial, mais a laissé à chacun des adhérents son autonomie financière. Il existe des réseaux beaucoup plus importants dans le monde, comme ceux de Californie, mais on n'est arrivé à ce résultat que par une absorption progressive de toutes les Sociétés productrices d'énergie en un immense organisme et avec une unité financière. Il n'en est rien ici et c'est un caractère original de cette Union.

cadre géographique de son action initiale pour admettre de nouveaux membres dont les exploitations fonctionnent en dehors de la zone primitive et en particulier dans le Massif Central. L'ensemble représente à l'heure actuelle une puissance installée de 580.000 kva. pouvant produire annuellement 1750 millions de kwh. environ suivant la répartition du tableau ci-contre.

Ce tableau fait nettement ressortir deux caractéristiques particulières de ce groupement :

1^o Remarquons, en effet, combien sont différents les champs d'activité des Sociétés que groupe l'U. P. E. P. O. Le principal objectif de la Compagnie du Midi est l'électrification progressive de son réseau. D'autres Sociétés, comme la S. F. M. de la Vallée d'Aspe, sont des Sociétés de distribution, tandis que d'autres sont au contraire des électrochimistes : la C. E. I., la Société des Produits Azotés.

Mais on est surtout frappé par la diversité des usines dont dispose l'U. P. E. P. O. *Quant à leur régime hydraulique d'abord*, les différentes vallées dans lesquelles sont situées ces centrales n'ont pas des régimes tout à fait identiques suivant la proximité de l'Océan et les particularités des bassins versants plus ou moins glaciaires qui les alimentent. Il s'établit donc, de ce fait, à l'intérieur des usines pyrénéennes une première compensation. Mais certaines usines affilées sont situées dans le Massif Central (Rouergue, Cère) et leurs périodes d'étiage et de hautes eaux diffèrent sensiblement de celles des Pyrénées : il se produit, de ce fait, une seconde régularisation également fort importante.

— *Quant à la nature même des usines*, les unes sont des usines au fil de l'eau sans aucune retenue possible (Pique) ; d'autres possèdent un bassin de pointes journalières (Hourat, Miégebat) ; d'autres sont alimentées par des lacs de capacité importante et situées à une haute altitude (lacs d'Oule, d'Orédon, d'Artouste, d'Oo, d'Estaens, de Caillouas) qui représentent une réserve saisonnière de 210 millions de kwh.

Enfin, pour compléter ses ressources en énergie de régularisation, l'U. P. E. P. O. a conclu des ententes avec plusieurs thermiques importantes de la région, existantes ou en voie de construction (Carmaux, Thermique de l'Adour à Bayonne, Thermi-

Compagnie du Midi	CENTRALE	Puissance en KV. A.	Production annuelle millions de Kwh
Compagnie du Midi...	{ Soulom.....	15.000	85
	{ Eget.....	25.000	115
	{ Artouste.....	20.000	60
	{ Miégebat.....	40.000	110
	{ Le Hourat.....	40.000	90
	Total.....	140.000	460
S. F. M. de la Vallée d'ASPE.....	{ Estaens.....	3.000	7
	{ Forges d'Abel...	3.000	14
	{ Baralet.....	12.000	56
	{ Esquit.....	5.000	23
	Total.....	23.000	100
S.M.M. PENNAROYA.	Saint-Lary.....	20.000	70
Société des Produits Azotés.....	{ Londenvielle....	12.000	30
	{ Bordères.....	12.000	40
	Total.....	24.000	70
C ^{ie} d'Électricité Indus- trielle	{ Pique supérieure.	13.000	35
	{ Pique inférieure.	8.000	30
	{ Lac d'Oo.....	45.000	65
	Total.....	66.000	130
Energie Électrique du Rouergue.....	{ Le Pinet.....	40.000	130
	{ Le Truel.....	6.000	20
	{ Thuriès	6.000	20
	Total.....	52.000	170
S. H. E. de La Cère...	{ Luz	25.000	130
	{ Esterre	12.000	60
	{ La Mativie.....	35.000	110
	{ Laval de Cère...	35.000	110
	Total.....	107.000	416
C ^{ie} Alais Froges Ca- margue.....	Sabart.....	15.000	40
Minela (1)	Hostens	50.000	80
Hydraulique	{ Pointis	8.000	35
	{ Camon	15.000	60
	Total.....	23.000	95
Société Hydro-électri- que du Midi	{ Tramezaygues ..	25.000	60
	{ Lassoula	15.000	20
	Total.....	40.000	80
Centrale Thermique de Bayonne		40.000	100
	Total.....	580.000	Total. 1.740

(1) Cette Usine est une usine thermique.

que des lignites des Landes, Thermique de Graissessac, Mines du Gard).

2° La deuxième caractéristique du groupement est d'être appuyée par une très puissante industrie électrochimique, qui a compris qu'elle serait la première bénéficiaire de cette union qui lui permettait de se tirer des difficultés dans lesquelles elle se débattait après la guerre. Mais la participation de l'industrie électrochimique au groupement a une très heureuse conséquence pour l'U. P. E. P. O., car cette industrie très souple dans son fonctionnement est toute prête à absorber les excédents saisonniers et même journaliers : elle est donc un puissant moyen de régularisation de la consommation.

Grâce à l'appui de cette industrie électrochimique, grâcé à l'extrême variété de son clavier « Production », nous allons voir comment l'U. P. E. P. O. a réussi à tirer le maximum de rendement des centrales de ses adhérents.

II. — Le Pacte Social.

Pour faire fonctionner un ensemble aussi complexe que l'U. P. E. P. O., il a fallu créer une organisation administrative complète, fixée par un contrat qui lie U. P. E. P. O. à ses adhérents et qu'on appelle le Pacte Social.

Le principe de ce pacte est le suivant : chaque adhérent souscrit d'abord à U. P. E. P. O. une puissance déterminée qu'il a fixée librement, d'après la capacité de production de son usine et la puissance qu'il a entendu se réserver pour ses propres besoins. Mais une fois faite, cette souscription est valable pour toute la durée du pacte social (sauf pour la Cie du Midi qui peut se dégager dans des conditions déterminées).

Le pacte social actuel admet *quatre types de puissances* entre lesquelles sont établies des équivalences :

1° Les puissances « de 24 h. » mises à la disposition de l'U. P. E. P. O. pendant toute la journée ;

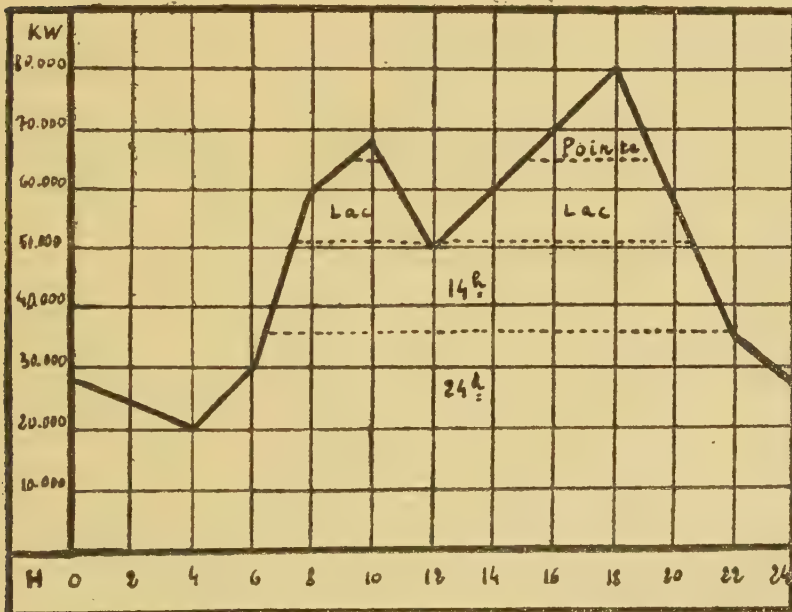
2° Les puissances de « 14 h. » mises à la disposition de l'U. P. E. P. O. pendant 14 h. par jour ;

3° Les puissances « de lac » mises à la disposition de l'U. P. E. P. O. pendant 1500 h. par an ;

4° Les puissances « de pointe » mises à la disposition de l'U. P. E. P. O. pendant 600 h. par an.

Les 2 premières sortes de puissances sont fournies par les centrales au fil de l'eau et forment la base des diagrammes quotidiens de fourniture d'énergie ; les puissances de lac et de pointe sont assurées par les usines disposant d'un lac ou d'un bassin journalier très important, et permettant de faire face aux pointes quotidiennes du réseau.

Voici un diagramme type de la fourniture de l'U. P. E. P. O. et de la répartition des différentes catégories de puissances.



En outre chaque adhérent met ses excédents à la disposition de l'U. P. E. P. O. Ces excédents peuvent avoir plusieurs origines : soit le fait d'eaux abondantes, soit le fait d'une réduction dans les besoins estimés par l'adhérent pour sa propre consommation ; ils peuvent provenir aussi de ce que l'adhérent laisse provisoirement à la disposition de l'U. P. E. P. O. de

l'énergie dont il escompte avoir prochainement l'emploi et qu'il ne peut donc aliéner pour longtemps (c'est le cas du Midi).

Cette deuxième catégorie de ressources constitue des ressources de fait et non plus de droit. Il appartient à l'U. P. E. P. O. en contact étroit avec ses adhérents d'en évaluer à chaque instant l'importance et le régime.

Enfin le Conseil d'Administration de l'U. P. E. P. O. fixe chaque année un prix auquel les adhérents électrochimistes acceptent de prendre les excédents disponibles, bien entendu sans engagement de part ni d'autre. Il est indispensable, en effet, que chaque fois qu'il y a des excédents disponibles il ne s'ouvre pas une discussion sur le prix de ces excédents et que la fourniture se fasse automatiquement par accord direct entre les services locaux des adhérents et le répartiteur. Le prix est fixé en fonction de la valeur du kilogramme d'azote.

Quand il y a moins d'excédents disponibles que de demandes, les excédents sont répartis suivant certaines règles, fixées par le Conseil d'Administration, qui tiennent compte de la puissance souscrite et surtout de la puissance fournie à l'U. P. E. P. O. en étiage par l'électrochimiste. Bien entendu, si un électrochimiste désirait une fourniture comportant plus de garanties et certains engagements de l'U. P. E. P. O., le prix des excédents ne serait plus applicable. Inversement une ristourne peut être faite sur le prix, lorsque l'électrochimiste accepte de prendre des excédents très discontinus au cours d'une journée.

III. — Le contrat avec la compagnie du Midi.

L'U. P. E. P. O. se trouvait donc nanti d'une quantité d'énergie à vendre (puissance souscrite, puissance de régularisation (lacs), excédents fugitifs, accidentels ou saisonniers). Le premier problème qui surgit dès qu'il s'agit de vendre et de distribuer de l'énergie électrique, c'est de transporter cette énergie vers l'acheteur. L'U. P. E. P. O. a résolu cette difficulté en utilisant les lignes de transport à haute tension à 150.000 et 60.000 v. de la Compagnie du Midi que nous avons décrites plus haut. L'U. P. E. P. O. a donc passé avec la Compagnie du Midi des contrats de péage dans les conditions prévues par le cahier des charges de la concession de ce réseau de transport. Les contrats com-

portent en général pour chaque point de livraison (Bordeaux, Toulouse, etc...) une prime fixe par kw. de puissance maxima transportée dans l'année et un prix proportionnel indexé par kwh. Ce n'est donc pas l'U. P. E. P. O. qui transporte, mais la Compagnie du Midi qui joue un double rôle : comme producteur elle est adhérente de l'U. P. E. P. O. et traitée comme les autres ; comme transporteur, c'est un tiers avec lequel l'U. P. E. P. O. passe un contrat de péage. A l'aide du réseau du Midi l'U. P. E. P. O. peut désormais vendre l'énergie produite par ses adhérents. Nous allons voir comment, en étudiant son rôle technique et commercial.

SECTION II. — Rôle technique de l'U. P. E. P. O.

Dès sa constitution l'U. P. E. P. O. dut indiquer à chacun de ses adhérents quelques modifications d'ordre technique à réaliser dans ses installations pour créer un tout harmonieux et arriver à l'état de choses actuel.

a) *Schéma* : Chaque adhérent débite, sur le réseau de la Compagnie des chemins de fer du Midi, la quantité d'énergie souscrite ou ses excédents en se réservant l'énergie nécessaire pour alimenter son propre réseau ou ses installations électrochimiques. L'U. P. E. P. O. prend livraison de l'énergie fournie par ses adhérents à la tension de 60.000 v. aux grands postes de transformation de Lannemezan et de Laruns de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, points d'entrée sur le super-réseau à 150.000 v. Chaque adhérent transporte son énergie jusqu'aux points de livraison par ses propres moyens ou par l'intermédiaire des lignes à 60.000 v. de la Compagnie du Midi. A partir de Laruns ou Lannemezan l'énergie est transportée dans les directions de Bordeaux ou de Toulouse par le Super-réseau à 150.000 v. dont la capacité de transport est la suivante : 2 lignes de 50.000 kw. chacune sur Bordeaux ; 1 ligne de 50.000 kw. sur Toulouse et au-delà. La longueur totale du réseau est actuellement de 520 km.

L'énergie peut aussi emprunter les lignes à 60.000 v. de la Compagnie du Midi qui alimentent les sous-stations de la Compagnie et une partie de la clientèle.

Aux 2 extrémités du super-réseau à 150.000 v., Bordeaux et Toulouse, et au point intermédiaire de Dax sont établis de grands postes de transformation qui abaissent la tension à 60.000 v. Sur les barrés à 60.000 v. de ces postes sont branchées certaines lignes de traction de la Compagnie du Midi et la clientèle de l'U. P. E. P. O.

La réalisation de ce schéma a nécessité la construction de lignes nouvelles à 60.000 v. Au poste de Lannemezan aboutissent les lignes drainant l'énergie des vallées du gave de Pau et de Gavarnie, des Nestes et de la Pique. Au poste de Laruns aboutissent des lignes drainant l'énergie des vallées d'Ossau et d'Aspe.

L'énergie livrée par chaque adhérent est déterminée par comptage avec correction pour pertes de transport s'il y a lieu. Le calcul est fait chaque mois. L'évaluation des pertes est faite d'après des principes et des formules adoptées d'un commun accord avec les adhérents.

b) *Programme et utilisation des eaux* : Afin d'utiliser au mieux les eaux des Pyrénées (rivières ou lacs) et de pouvoir établir un programme de marche des usines, l'U. P. E. P. O. procède à un travail de statistique détaillé. Chaque adhérent fournit chaque jour à l'U. P. E. P. O. des renseignements complets sur le jour précédent : Production de chaque usine en kwh., énergie disponible totale, débit des rivières, volume des réserves dans les lacs, consommations des clientèles particulières... en un mot tout renseignement de statistique qui permette de faire une prévision.

L'U. P. E. P. O. déduit chaque jour par sommation de ces renseignements la courbe de la production totale des usines, la courbe de la consommation des clients propres à l'U. P. E. P. O., la courbe de l'énergie livrée par la Compagnie du Midi, et celle de la consommation propre de cette Compagnie.

L'U. P. E. P. O. possède ainsi un faisceau de renseignements qui, joints aux relevés du service des Forces Hydrauliques, lui permettent de faire des prévisions et d'en déduire : les disponibilités totales par mois en années sèches ou moyennes, les périodes d'étiage de l'ensemble en fonction des étiages de chacune des vallées, des probabilités pour chaque saison, chaque semaine ou chaque jour suivant l'état d'enseignement des mon-

tagnes, le niveau des lacs, les pluies dans les vallées, etc.

Toutes ces recherches statistiques ont pour but final de dresser chaque semaine un programme de marche suivant les disponibilités des usines, en tenant compte aussi du programme probable de consommation des principaux clients et des desiderata des électrochimistes pour leurs fabrications. Connaissant les besoins de sa clientèle et des chemins de fer, il est possible à l'U. P. E. P. O. de fixer à chacun l'importance de sa fourniture, compte tenu de ses engagements et de ses disponibilités en énergie au fil de l'eau ou en énergie de lac.

Pratiquement l'U. P. E. P. O. a été amenée à diviser l'année en trois périodes bien distinctes.

1° La période de printemps (mai, juin, juillet) correspond aux hautes eaux provoquées par la fonte des neiges ; à ce moment tous les adhérents ont des disponibilités importantes qui dégagent de nombreux excédents. Aussi a-t-on reconnu l'inutilité de demander des puissances de lac et de pointe et l'organisme travaille à répartir entre les usines électrochimiques les excédents qui lui sont confiés ;

2° La période d'été (août, septembre, octobre) est plus délicate, car elle est marquée par la coïncidence de la baisse des eaux pyrénéennes et l'étiage du Massif Central ;

3° La période d'hiver (novembre, à avril) ne diffère de la précédente que par le relèvement des débits dans le Massif Central.

Pendant ces 2 dernières périodes l'U. P. E. P. O. a besoin d'une certaine puissance de régularisation (un peu plus importante en été qu'en hiver), qui est formée par des souscriptions en puissance de lac et de pointe auprès des adhérents qui en disposent. En outre elle écoule tous excédents occasionnels que peuvent amener les journées pluvieuses.

Cette nécessité d'avoir à sa disposition une puissance de régularisation a incité l'U. P. E. P. O. à étendre tout spécialement l'utilisation des lacs en accord avec les Sociétés qui en utilisent les eaux : Lacs d'Estaens (6.000.000 m³), Lac d'Artouste (16 000.000 m³), Lac d'Orédon (7.270.000 m³) et ses auxiliaires, Lac de Caillaouas (6.100.000 m³), Lac d'Oo (15.000.000 m³)... Ces eaux de réserves interviennent, en effet, pendant les périodes d'étiage des Pyrénées et jouent un rôle considérable dans la régularité de l'exploitation.

Ces recherches statistiques, ces prévisions d'exploitation sont effectuées par des services techniques de l'U. P. E. P. O. qui siègent à Tarbes, mais le programme, mis au point, est exécuté par le « répartiteur » qui siège à Lannemezan, au grand poste de la Compagnie du Midi. Lannemezan est donc le centre d'exécution.

c) *Répartiteur* : La marche générale du réseau est assurée par le répartiteur ou dispatcher. Il dirige l'ensemble, suit à tout moment les variations de la charge et la répartit entre les centrales, veille à la régularité de la tension et de la fréquence, commande les manœuvres. Bref le répartiteur est chargé de l'exécution du programme prévu pour chaque semaine : son initiative s'emploie à l'ajuster en fait à la demande du réseau, en indiquant à chaque centrale la puissance qu'elle doit fournir et aux usines d'électrochimie les excédents qu'elles peuvent absorber.

Pour pouvoir remplir son rôle, le répartiteur est en relation téléphonique directe avec chacune des centrales et chacun des postes qui desservent les consommateurs importants, par des lignes spéciales situées en général sur les emprises de la voie des chemins de fer du Midi. Le répartiteur peut, grâce à un système d'appel sélectif, appeler séparément tel des postes téléphoniques branchés sur une même ligne, ou appeler tous les postes simultanément. De plus, à intervalle régulier (30 minutes ou 1 h.) chaque usine indique sa production et chacun des grands postes indique la consommation de la clientèle. Le répartiteur a ainsi en mains un instrument extrêmement souple qui lui permet d'intervenir à tout moment en connaissance de cause.

La production des usines est réglée suivant les trois principes ci-après :

1^o Utiliser d'abord à plein les usines marchant au fil de l'eau et ensuite les réserves des lacs ;

2^o Répartir équitablement les charges de façon que chaque producteur profite dans la même mesure de la consommation de la clientèle ;

3^o En période de très hautes eaux surabondantes ne prendre à chaque producteur qu'une quantité proportionnelle à ses excédents réels.

Le succès de la tâche du répartiteur ne peut être obtenu que si les usines se conforment exactement et rapidement à ses indications : ce système fonctionne parfaitement, chaque producteur adhérent trouvant son avantage dans cette conjugaison qui lui permet de produire (ou de consommer) des quantités d'énergie bien plus importantes que s'il était seul en dehors du groupement.

Un des points les plus délicats de la tâche du répartiteur est le maintien de la fréquence, soit qu'elle ait tendance à descendre, soit surtout qu'elle ait tendance à monter, certains producteurs, en périodes de très hautes eaux, cherchant à fournir au réseau plus que leur quote-part. La question est si importante que des pénalités sont prévues dans l'un ou l'autre cas pour le producteur qui serait reconnu responsable d'une variation de fréquence supérieure à une tolérance convenue.

Pour assurer la constance de la fréquence et d'une manière générale pour parer à tous les imprévus, le répartiteur fait appel à la diligence de toutes les centrales, mais surtout à celles qui possèdent une importante réserve en charge : Miegébat et le Hourat, qui possèdent respectivement des bassins de 125.000 m³ et 75.000 m³ et surtout l'usine d'Oo de la Compagnie d'Electricité Industrielle, véritable thermique dont le lac en charge atteint 15.000.000 de m³.

Le bon fonctionnement du réseau est garanti par des disjoncteurs et aussi par des limiteurs d'intensité. La tension est maintenue à la valeur constante de 60.000 v. dans les grands postes de Bordeaux, Dax, Toulouse, par des compensateurs synchrones munis de régulateurs automatiques. Aussi la répartition de l'énergie active et de l'énergie réactive entre les centrales se fait sans difficulté pour peu que soient observées les indications du répartiteur.

SECTION III. — Rôle commercial

Tout aussi important que son rôle technique, mais beaucoup plus original, est le rôle économique de l'U. P. E. P. O.

I. — En effet l'U. P. E. P. O. est essentiellement un *comptoir de vente*. Elle est le vendeur de toutes les disponibilités d'éner-

gie que ses adhérents ne peuvent utiliser dans leurs propres organisations (usines électrochimiques ou lignes de traction) et qu'ils lui ont souscrites conformément au pacte Social, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment.

L'U. P. E. P. O. n'achète pas le courant à ses adhérents. Elle vend seulement pour leur compte l'énergie qu'ils lui donnent mission de vendre. Elle encaisse la recette, puisque c'est avec elle que les industriels et les distributeurs ont passé leurs contrats de fourniture, et elle distribuera ensuite la recette entre ses adhérents, après avoir seulement déduit les charges et les sommes nécessaires à l'amortissement et à la rémunération de son capital : parmi les charges il faut compter les frais de péage payés par l'U. P. E. P. O. à la Compagnie du Midi pour l'utilisation de ses lignes de transports, et les frais généraux de l'U. P. E. P. O. (frais d'administration, de direction, de dispatcher, etc...).

Comment la recette va-t-elle être répartie entre les adhérents ? L'U. P. E. P. O. procède à un comptage général qui est traduit chaque mois dans des Tableaux faisant connaître : l'énergie totale produite dans les usines, les pertes de toutes natures, les péages à payer pour le transport sur les lignes du Midi, les quantités d'énergie fournies par chaque producteur à l'U. P. E. P. O. et enfin les recettes totales. Ces tableaux permettront de calculer la part de recette revenant à chaque producteur.

Le principe de la répartition sera alors le suivant. Chaque producteur reçoit d'abord X centimes par kwh. fourni à l'U. P. E. P. O. dans le mois, que ce soit sur des puissances souscrites ou des puissances d'excédent. Le solde des recettes est ensuite partagé au prorata des puissances souscrites par les producteurs, c'est à-dire tenues en permanence à la disposition de l'U. P. E. P. O., un coefficient spécial étant affecté à chacune des 4 catégories de puissance que nous avons énumérées ci-dessus. Le producteur qui, certains jours, n'a pas pu fournir sa puissance souscrite, encourt une pénalité pour défaillance. Cette pénalité est destinée à rémunérer les producteurs suppléants dans le cas général où l'U. P. E. P. O. peut, au moyen des excédents des autres adhérents, compenser la défaillance et faire face à ses engagements. Dans le cas con-

traire les pénalités servent à couvrir les frais d'achat d'énergie thermique.

On a cherché en somme à tenir compte équitablement, tout à la fois, de la quantité d'énergie fournie et de la puissance tenue à la disposition de l'U. P. E. P. O. Bien entendu cela ne va pas sans quelques complications de comptabilité, mais, si la comptabilité est assez compliquée, son mécanisme est toujours le même et se répète chaque mois, puis chaque année. Chaque adhérent peut donc la suivre et la contrôler et il n'y a jamais eu de difficultés. Chaque producteur trouve dans ce système de mise en commun des sources d'énergie une assurance contre les accidents qui pourraient affecter ses usines et l'empêcher de faire face à ses engagements de fourniture ; mieux encore, s'il est électrochimiste, il peut profiter des périodes d'abondance hydraulique pour cesser toute fourniture et absorber au contraire les excédents de la collectivité.

II. — Enfin l'U. P. E. P. O. qui, par définition est un comptoir de vente, est particulièrement bien placé pour son rôle essentiel : *la recherche des débouchés*.

Le consommateur, qu'il soit industriel ou distributeur, se procure auprès de l'U. P. E. P. O. la quasi-certitude d'être toujours alimenté suivant sa demande, sans risquer de subir la répercussion de marche de telle ou telle usine. Il est en outre assuré, au cas où ses besoins s'accroîtraient, de trouver en face de lui une organisation assez puissante pour suivre tous les développements de la clientèle. L'U. P. E. P. O. vend en général le courant à 60.000 v., quelquefois à 10.000 volts pour la petite clientèle. Le plus fréquemment la vente a lieu dans un poste ou une sous-station de la Compagnie du Midi dont les agents surveillent les départs vers les abonnés. Ceux-ci, d'ailleurs, doivent établir une communication téléphonique jusqu'au poste qui les alimente. Ces sous-stations sont distantes entre elles d'environ 20 km. Aussi, quand la puissance à consommer le justifie, on admet également de faire sur les lignes à 60.000 volts des branchements à pleine voie. Quant au comptage il n'appelle pas de remarques particulières, il se fait en général à 60.000 volts, quelquefois à 10.000 volts pour la petite clientèle.

Principaux clients. — Un ensemble aussi puissant que l'U. P.

E. P. O. ne peut-être en relation qu'avec une clientèle d'une importance équivalente, mais aussi d'une très grande variété. L'utilisation de l'énergie peut être, en effet, répartie entre trois grandes catégories très différentes quant à son utilisation et à ses besoins :

a) Les chemins de fer du Midi, qui consomment de très grandes quantités d'énergie pour la traction électrique. Jusqu'à présent leurs ressources propres suffisent et ils mettent une certaine quantité d'excédents à la disposition du réseau. Ce n'est donc qu'un client éventuel ;

b) Les sociétés de distribution de la région qui ont besoin d'un appoint à leurs propres disponibilités. Les clients les plus importants sont : l'Energie Electrique du Sud-Ouest qui alimente Bordeaux et une vaste région s'étendant jusqu'à Angoulême et Bergerac ; la Société le Sud Electrique et la Société de la Sorgue et du Tarn par l'intermédiaire de l'Energie Electrique de Rouergue. Ajoutons encore la Société d'Electricité du Tarn, les F. M. de l'Agout, la Société Méridionale de Transport de Force, l'Industrie Electrique Ecoiffier, etc. ;

c) Les électrochimistes qui sont les plus gros consommateurs d'énergie et sont à même de consommer les excédents de l'U. P. E. P. O., en plus de la quantité que leur assurent leurs propres installations hydro-électriques ou leurs contrats fermes avec l'U. P. E. P. O. Ces excédents peuvent avoir plusieurs causes : soit l'abondance des pluies certaines années, soit l'exécution de nouvelles centrales qui, destinées à faire face à l'augmentation normale des besoins, sont momentanément en avance sur la consommation de la région. On voit dès lors toute l'importance que prennent ces usines pour l'utilisation maximum de la production pyrénéenne d'énergie et nous avons déjà signalé ce caractère d'U. P. E. P. O. d'être appuyée par une puissante industrie électrochimique.

Les principaux clients de cette catégorie sont :

— La Société des Phosphates Tunisiens et des Engrais et Produits Chimiques qui fabrique à Soulom et à Pierrefitte du nitrate de chaux synthétique et des produits dérivés du phosphore ;

— L'Office National Industriel de l'Azote (O. N. I. A.) qui, pour ses diverses fabrications d'engrais, consomme de très grosses quantités d'énergie ;

— La Compagnie d'Alais Froges et Camargue qui, malgré ses propres usines hydroélectriques, est obligée de demander des compléments pour sa fabrication d'aluminium et de chlorates ;

— La Société de la Vieille-Montagne qui, à Viviez, possède une très importante installation d'électro-métallurgie du zinc ;

Parmi les adhérents de l'U. P. E. P. O. :

— La Société des Produits Azotés qui a repris les usines de Lannemezan à l'Etat, pour fabriquer du carbure et de la cyanamide, et consomme une moyenne de 100 millions de kwh. par an ;

— La Compagnie d'Electricité Industrielle qui produit à Margnac du carbure de calcium, des ferro-alliages et absorbe près de 100 millions de kwh. par an.

Ces deux adhérents ne peuvent suffire par leurs propres moyens aux exigences de leurs fabrications. Ils sont donc amenés à concentrer la plus grande partie de leurs productions sur la période des hautes eaux de printemps en y absorbant à la fois leur énergie propre et les excédents de la collectivité. Au contraire ils réduisent plus ou moins leurs besoins électrochimiques pendant l'étiage, de façon à faire face à leurs engagements de fourniture d'énergie à l'U. P. E. P. O., quitte à absorber, si l'occasion se présente, tous excédents occasionnels créés par une période pluvieuse.

La clientèle groupée par l'U. P. E. P. O. présente une grande souplesse de consommation due à sa diversité et à sa dispersion géographique et fournit une garantie supplémentaire d'utilisation intégrale des disponibilités en énergie. Ainsi la diversité tant des moyens de production que des genres de consommation donne à l'U. P. E. P. O. des possibilités très étendues, qui lui permettent d'assurer des débouchés aux disponibilités au fur et à mesure de la mise en route des usines de ses adhérents.

SECTION IV. — Résultats obtenus.

L'U. P. E. P. O. a commencé à fonctionner en 1924, les livraisons sur Bordeaux ont commencé en 1925, mais ce n'est qu'au

1^{er} janvier 1926 que le transport a pu atteindre son régime normal, car il fallait attendre la mise au point des compensateurs synchrones.

I. — En 1926 onze usines étaient en service. L'énergie totale disponible a atteint 489 millions de kwh. La conjugaison par U. P. E. P. O. a permis de produire 416.804 000 kwh. soit une utilisation de 85 % du disponible. Si l'on met à part les 3 mois de hautes eaux de fonte des neiges (mai, juin, juillet) sur un disponible de 320 millions, on a produit 305 millions de kwh. soit une utilisation de 95 %. On peut dire qu'en dehors de la période des hautes eaux l'utilisation a été complète. Il sera évidemment difficile d'arriver à améliorer l'utilisation en hautes eaux, l'électrochimie se prêtant mal à des marches de 3 mois ; néanmoins par des interconnexions et par des installations de puisage dans les lacs de haute altitude que U. P. E. P. O. étudie actuellement, on arrivera certainement peu à peu à trouver des débouchés pour cette énergie en hautes eaux. En effet cette utilisation très élevée de l'énergie disponible a été facilitée par la régularisation apportée à l'ensemble par les lacs mentionnés ci-dessus. Ceux-ci permettront, d'ici peu, quand tous les aménagements seront terminés, d'emmagasiner 70 millions de m³ correspondant à une production de plus de 210 millions de kwh. de lac. Les plus précieuses réserves sont naturellement celles qui alimentent les usines en charge comme le lac d'Oo aménagé par la C. E. I., les vastes bassins de pointe des usines de la Vallée d'Ossau de la Compagnie du Midi et surtout le lac de Caillaouas aménagé par la S. H. E. M.

En 1927 trois nouvelles usines ont été mises en services : Miégebat du Midi, Luz à la Société de Gavarnie, Baralet à la Vallée d'Aspe. De ce fait l'énergie totale disponible de l'ensemble des usines a atteint 656 millions de kwh. et la conjugaison due à l'U. P. E. P. O. a permis de produire près de 500 millions de kwh soit une utilisation de 76 %. La pointe maxima a atteint 85.000 kw. correspondant pour les 500 millions de kwh. produits à une utilisation de près de 6.000 h.

Ces résultats se sont encore améliorés en 1928 et dans les années suivantes, grâce aux consommations de la fabrique de nitrate de chaux de la Société des Engrais Azotés à Soulom et de l'usine d'ammoniaque synthétique de l'Office National de

l'Azote de Toulouse qui représentent à elles deux une consommation de 250 millions de kwh. par an.

Signalons encore l'entrée en fonctionnement de l'usine d'engrais phosphorés appartenant à la Société des Phosphates Tunisiens tout spécialement équipée pour absorber une quantité importante d'énergie des hautes eaux.

Voici résumés dans un tableau les résultats obtenus par l'U. P. E. P. O. :

ANNÉE	Energie disponible Kwh.	Energie produite Kwh	Utili- sation	Pointe Maxima Kwh.	Heures d'utili- sation
1923	419.502 000	309.662 000	0,74	54.000	5.750
1926	489.550.000	416.804.000	0,85	70.000	5.950
1927	656.934.000	498.855.000	0,76	85.000	5.800
1928	756.000.000	610.000.000	0,81	100.000	6.100
1929	1.080.000.000	860.000.000	0,80	140.000	6.100
1930	1.500.000.000	1.120.000.000	0,80	160.000	6.200
1931	1.500.000.000	871.000.000	0,60	180.000	4 900
1932	1.500.000.000	1.000.000.000	0,65	200.000	5.000

Les pronostics pessimistes de 1921 ont donc reçu des faits un éclatant démenti et l'initiative de la Compagnie du Midi une non moins éclatante justification. Le résultat peut-être le plus frappant a été le prodigieux essor de cette industrie électrochimique que nous avons vu si mal en point au lendemain de la guerre. Un chiffre nous montrera combien rapide fut sa croissance : de 1925 à 1930 les usines électrochimiques ont augmenté leur consommation de 500 millions de kwh. soit une progression de 100 millions de kwh. par an. On conçoit aisément tout le profit que le Midi peut tirer, non seulement comme vendeur ou transporteur de courant, mais aussi comme chemin de fer, du développement de cette industrie nouvelle dans les Pyrénées. Evidemment cette prospérité est due, pour une large part, à des causes plus générales, mais il n'en est pas moins vrai que l'interconnexion des usines y a puissamment contribué.

Durant ces dernières années, l'U. P. E. P. O. s'est préoccupée de faire naître de nouvelles ressources. Aussi ses adhérents et elle-même ont-ils établi des programmes d'aménagement,

comme celui du lac de Caillaouas et celui de la haute vallée de l'Ariège représentant une production totale annuelle de 400 millions de kwh.

II. — Mais un second problème s'est posé. Nous avons déjà fait ressortir tout l'intérêt que présentaient les lacs pyrénéens comme régulateurs. Et cependant ces instruments ne sont pas parfaits, puisqu'ils ne se remplissent qu'une fois l'an à la fonte des neiges et doivent faire face à deux étiages : d'été et d'hiver. On ignore, en effet, quelle sera l'importance des étiages qui vont suivre. Est-il, dès lors, prudent de pousser trop loin la vidange pendant l'été, puisque on ignore quel sera l'étiage d'hiver ? Pendant l'hiver selon quel rythme va-t-on vider les lacs, puisqu'on ignore quand finira l'étiage d'hiver. On risque un désastre, au cas d'étiage prolongé, si on vide trop tôt les lacs, mais si on garde trop jalousement son eau, on risque d'arriver à la fonte des neiges avec des lacs presque pleins d'une eau chèrement emmagasinée. Enfin si on prend un régime moyen on est sûr de perdre de l'eau à peu près chaque année, sans jamais être sûr d'en avoir suffisamment une année sèche.

Deux solutions étaient possibles :

1° *Utiliser des usines thermiques*, de telle sorte que l'on puisse vider les lacs sans crainte, quitte à ne faire marcher les usines thermiques qu'un ou 2 mois tous les 3 ou 4 ans. Remarquons que sans aller jusque là l'U. P. E. P. O. dispose de thermiques par ses adhérents et qu'elle a passé des ententes avec ceux-ci pour des fournitures non garanties et par conséquent non obligatoires pour l'U. P. E. P. O., mais très utiles lorsque l'étiage se prolonge et que les lacs se vident. Signalons en particulier l'accord passé avec la Compagnie Générale Industrielle qui n'est pas un adhérent de U. P. E. P. O. pour la fourniture d'énergie produite par l'usine thermique établie sur le carreau des mines de Carmaux ;

2° *Relier le réseau de l'U. P. E. P. O. à un groupe d'usines comme celles du Massif-Central*, ayant leurs hautes eaux en hiver, susceptibles par conséquent de fournir de l'énergie à cette époque et dispensant l'U. P. E. P. O. de s'adresser à ses lacs, pendant l'étiage hivernal. Si on allège ainsi la fourniture que les Pyrénées doivent assurer pendant l'hiver, on peut reporter sur le seul étiage d'été l'effet de régularisation des lacs

et accroître singulièrement les disponibilités de l'ensemble en août, septembre et octobre.

Si nous prenons, comme exemple, une rivière pyrénéenne d'altitude 400 à 600 m., les moyennes mensuelles de ce débit passent par un maximum au cours des hautes eaux de printemps provoquées par la fonte des neiges (mai, juin, juillet). Les trois mois suivants voient au contraire un étiage d'été assez sévère ; au cours de l'hiver l'étiage, moins sévère, est tempéré par les pluies d'automne et de mars-avril (diagramme n° 1).

Au contraire, une rivière de même débit moyen annuel, alimentée par le Massif Central, subit les répercussions de l'absence des glaciers et de la fonte très rapide des neiges. Le débit le plus élevé s'établit pendant l'hiver et le minimum est atteint de mai à octobre (diagramme n° 2).

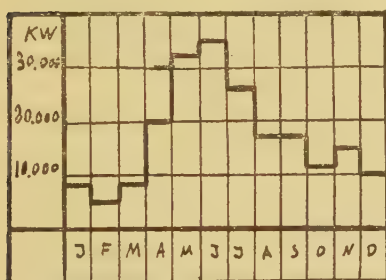


Diagramme n°1

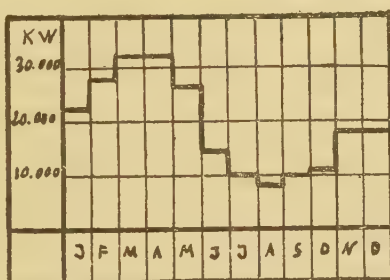


Diagramme n°2

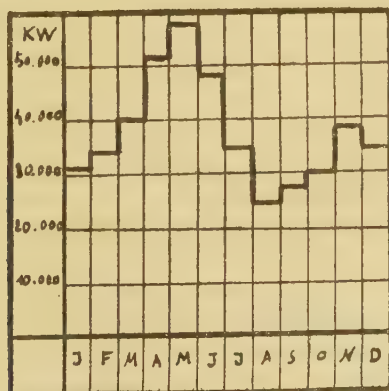


Diagramme n°3

La combinaison des 2 chutes établies sur chacun de ces 2 cours d'eau donnera une production totale régularisée dans une certaine mesure et ne présentant plus qu'une seule période d'étiage en plein de l'été. Ce creux peut, dès lors, être facilement comblé par les réserves accumulées dans les lacs pyrénéens.

C'est pourquoi une entente est intervenue entre l'U. P. E. P. O. et l'Energie Electrique de Rouergue pour l'alimentation de l'Office de l'Azote de Toulouse, par l'usine du Pinet située sur le Tarn, pendant les mois d'hiver. Ce fut un fait capital dans l'histoire du développement de l'U. P. E. P. O., cette entrée dans l'U. P. E. P. O. des producteurs du Massif Central : Energie électrique du Rouergue, Société Hydro-électrique de la Cère... car elle eut un double résultat : une régularisation des disponibilités, mais aussi une extension des débouchés. Cette connexion inter-régionale permet des échanges d'énergie plus complexes. Ainsi l'Energie Electrique du Rouergue alimentant Béziers, Montpellier, Nîmes, le débouché de l'U. P. E. P. O. s'étend désormais des bords de l'Océan à la Vallée du Rhône.

III. — On connaît le mécanisme, dit par glissement, qui permet à un centre de production de faire sentir son action jusqu'à des centres de consommation situés à très grande distance, tout en ne transportant l'énergie qu'à des distances limitées. Schématiquement on a successivement : un centre producteur (les Pyrénées), puis un centre de consommation (Toulouse), un 2^e centre de production (Rouergue), enfin un centre de consommation (la vallée du Rhône) déjà alimenté en partie par les Alpes. Normalement, en eaux moyennes, le Rouergue alimente la vallée du Rhône et partage avec l'U. P. E. P. O. la fourniture à Toulouse. Si à un moment donné la vallée du Rhône a des besoins supplémentaires et si l'U. P. E. P. O. a des disponibilités, l'U. P. E. P. O. relèvera à Toulouse l'énergie venant du Rouergue, qui l'enverra dans la vallée du Rhône. Ainsi, bien qu'il y ait plus de 400 km. de Lannemezan au Rhône, le courant ne sera pas transporté sur plus de 150 km. Inversement, si la vallée du Rhône a moins de besoins ou s'il y a beaucoup d'eau dans les Alpes qui l'alimentent en partie, le courant du Rouergue refluera sur Toulouse, libérant le courant de l'U. P. E. P. O. qui pourra, soit l'en-

voyer dans la région de Bordeaux, soit la céder à ses adhérents électrochimistes qui profiteront ainsi des pluies tombées dans les Alpes.

On peut d'ailleurs aisément voir de tels échanges et glissements d'énergie sur une beaucoup plus vaste échelle. Ainsi l'important centre électrochimique de Viviez dans le Massif Central est alimenté en partie par l'Energie Electrique du Rouergue, en partie par la Société hydroélectrique de la Cère, par des lignes à 60.000 volts. Or la Société hydro-électrique de la Cère est reliée au poste de Marèges, le point de départ de la ligne à 220.000 volts Massif Central-Paris, construite par le P. O. Donc, quand l'U. P. E. P. O. aura trop de disponibilités, il lui sera possible de relever à Viviez de l'énergie venant de la Cère, qui enverra son énergie à Paris : ce qui reviendra bien, en somme, à envoyer de l'énergie des Pyrénées à Paris.

CONCLUSION

Il se pose dès lors un nouveau problème : celui d'un super-réseau de transport qui unirait les régions productrices d'énergie entre elles mais aussi aux régions dépourvues de houille blanche où les producteurs trouveront de nouveaux débouchés.

CHAPITRE III

L'INTERCONNEXION GÉNÉRALE DE LA FRANCE

Tandis que se créait dans les Pyrénées le remarquable réseau d'interconnexion de l'U. P. E. P. O., les autres régions françaises productrices d'énergie électrique ne restaient pas non plus inactives.

En 1919 l'Etat décidait la création d'une ligne de transport à haute tension (120.000 volts) de 1100 km. de longueur, afin d'alimenter en énergie les régions dévastées par la guerre et d'activer leur reconstitution. Dès 1922, cette ligne assurait l'interconnexion de toutes les usines thermiques reconstruites dans cette région.

De même la Société de transport d'énergie du Massif-Central, fondée en 1929 entre le P. O., les producteurs du Massif-Central et les distributeurs de la région parisienne, entreprenait la construction de la première ligne de transport française à 220.000 volts entre Brounnat et Paris.

Dans le Jura la Société d'Energie Electrique Rhône et Jura a créé une ligne de Changy-Pougny à Jeanne Rose, d'où partent 2 antennes construites par la Société Bourguignonne de Transport, d'une part vers Decize et d'autre part vers Sombornon (près de Dijon) avec prolongation, actuellement en construction, jusqu'à Troyes. Cette ligne réalise donc la jonction des usines hydrauliques du Rhône avec les usines thermiques des usines de charbon de la région du centre.

Dans les Alpes les lignes de la Société de Transport d'éner-

gie des Alpes amènent l'énergie des usines de la Haute Isère jusqu'à Lyon.

Plus au sud la ligne de la Basse Isère à St-Etienne se prolonge : d'une part vers Roanne, Commentry et Montluçon par une ligne construite par la Société de transport d'énergie du Centre (120.000 volts), qui joindra plus tard Roanne à Villefranche et Cize-Bolozon ; d'autre part vers Monistrol d'Allier, d'où part une ligne, actuellement en construction, rejoignant Brommat.

Enfin, à l'Ouest, la Société de transport d'Energie de l'Ouest a construit une ligne de Nantes à Cholet qui se divise en deux embranchements :

— d'une part vers Saumur et Tours ;

— d'autre part vers Secondigny, d'où elle a été prolongée par la Société des Forces Motrices de la Vienne jusqu'à Bourgneuf.

La construction de ces lignes à haute tension, qui ont établi des interconnexions régionales ou interrégionales des usines productrices d'énergie électrique, a été le premier pas vers la réalisation de ce grand problème qu'est la création d'un super-réseau national d'interconnexion. A l'idée initiale d'interconnexion des usines en elles, s'est, en effet, peu à peu, substituée l'idée encore plus féconde de l'interconnexion des diverses sources d'énergie aux grands centres de production. Nous allons donc voir quels sont, en effet, les avantages que présente la jonction des usines des trois grandes régions productrices de houille blanche, les Alpes, le Massif Central et les Pyrénées, avant de préciser sous quelle forme on peut déjà entrevoir la réalisation de l'interconnexion générale de la France.

SECTION I. — Les conséquences de l'interconnexion des Alpes, du Massif-Central et des Pyrénées

Grâce aux travaux entrepris sous la haute direction du Ministère des Travaux Publics, les ressources en énergie hydroélectriques de ces trois régions sont aujourd'hui connues d'une façon précise. Elles peuvent être résumées sous cette forme :

— La région du Sud-Est (Alpes et cours du Rhône) renferme

4.858.000 cv. moyens, c'est-à-dire utilisables pendant 180 jours par an.

— La région du Centre représente (en y englobant l'énergie du bassin de la Loire) une puissance totale de 1.425.000 cv. moyens.

— La région du Sud-Ouest possède 1.554.000 cv. moyens.

I. — Les variations saisonnières du débit des cours d'eau.

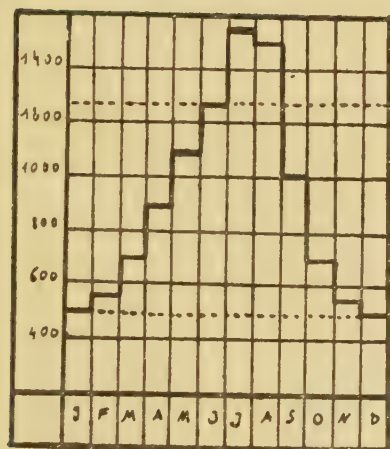
Mais ces puissances disponibles dans chacune des trois régions subissent au cours de l'année des variations très différentes suivant les caractéristiques hydrographiques de la région. Selon que la pluie, les neiges ou les glaciers prédomineront sur l'alimentation des cours d'eau, leurs maxima et leurs minima de débit et par conséquent de puissance se produiront à des époques différentes.

— *Dans les Alpes* la période d'étiage se produit pendant l'hiver, en décembre, janvier et février. Avec la fonte des neiges le débit des rivières augmente pour atteindre le maximum pendant les mois d'été, d'autant plus tard pour chaque rivière que la réserve glaciaire est plus importante. Dès septembre le débit diminue jusqu'à l'étiage d'hiver. Graphique I (1).

— *Dans le Massif Central*, l'étiage se produit pendant les mois d'été, les réserves glaciaires étant nulles, mais il faut compter sur de brusques fluctuations dues aux précipitations atmosphériques. Le débit maximum se produit pendant les trois premiers mois de l'année, à l'époque où les pluies viennent s'ajouter à la fonte des neiges. Graphique n° II.

— *Dans les Pyrénées* les variations saisonnières se rapprocheraient de celles du massif Central sans l'apport des réserves accumulées sous forme glaciaire : aussi les rivières pyrénéennes ont-elles 2 étiages : un étiage relatif en hiver et un autre plus important en été. Graphique n° III.

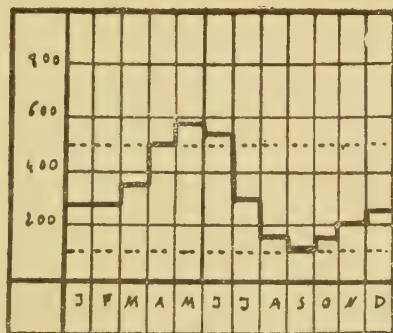
(1) Ces graphiques ont été établis par MM. Duval et Lavanchy dans leur « Etude sur la compensation des énergies hydrauliques des Alpes, du Plateau central et des Pyrénées » en ne raisonnant que sur le quart de la puissance maxima afin d'être plus près des installations en service à cette époque. *Revue générale de l'Electricité*, mars 24 1923.



Graphique n°1.



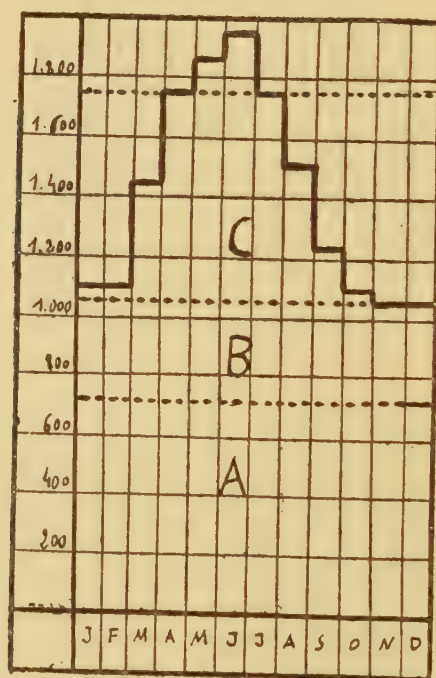
Graphique n°2.



Graphique n°3.

II. — La compensation des énergies.

L'interconnexion des centrales des trois régions aboutirait à la compensation des énergies à variations saisonnières, et permettraient l'addition, à chaque instant, de leur puissance selon le graphique n° 4.



Graphique n° 4.

Ce graphique est divisé en trois surfaces :

— la surface A représente l'énergie annuelle permanente des trois régions considérées isolément soit 755.000 kw. ;

— la surface B représente l'énergie rendue permanente par l'interconnexion : soit une puissance supplémentaire de 300.000 kw. récupérée par la combinaison d'une partie des puis-

sances saisonnières des trois régions. Cette énergie égale 40 % de l'énergie des 3 centres considérés isolément

— la surface C représente l'énergie non régularisée par le réseau d'interconnexion. Cette énergie résiduelle est due à la prédominance du régime hydraulique des Alpes dans la compensation envisagée ; elle mérite d'être régularisée, soit par la constitution de réserves hydrauliques (barrages-réservoirs dans le massif Central, lacs dans les Pyrénées), soit par le secours d'usines thermiques de toutes natures. En pratique on combinera ces deux procédés pour obtenir la meilleure régularisation possible, mais il restera toujours une certaine quantité d'énergie qui ne pourra être régularisée, car elle n'est disponible que pendant un temps trop court (— de 3 mois) et elle est beaucoup trop variable quant à son intensité.

Grâce à l'interconnexion il n'y aura donc pour ainsi dire plus d'énergie hydraulique perdue ; cette régularisation sera obtenue avec une puissance thermique de compensation beaucoup moindre et la puissance totale disponible sera plus élevée avec une puissance installée nettement plus faible.

De plus, ce super-réseau d'interconnexion procurera tous les avantages des interconnexions régionales : disparition des petites installations, augmentation de la sécurité pour chaque usine, encouragement donné aux projets de construction de nouvelles centrales hydrauliques, puisque les lignes à 150.000 ou 220.000 v. pourront transporter la production des nouvelles usines. Le programme de construction des réseaux doit, à l'heure actuelle, précéder et guider celui de l'aménagement des chutes d'eau.

SECTION II. — La création d'un super-réseau de transport

Lors du troisième Congrès de la Houille blanche tenu à Grenoble en 1925, M. Ch. Duval affirmait déjà que « la réalisation d'un grand programme d'interconnexion sur l'ensemble du pays est une nécessité immédiate ». Cet appel ne resta pas longtemps sans écho et à mesure qu'il fut évident que le problème de

l'électrification était une question de répartition beaucoup plus que de production, l'exécution des lignes devint l'une des œuvres les plus importantes du programme des travaux publics. C'est ainsi qu'en 1931 plus de 500 millions de francs ont été investis dans la construction des lignes de transport. Il convient de remarquer que, contrairement à certains pays voisins comme l'Italie, les capitaux ont été fournis par l'épargne, l'Etat se contentant, par le système des bonifications d'intérêt, d'aider les constructeurs dans la rémunération des capitaux engagés ?

I. — Circonstances géographiques favorables.

Ainsi que l'a défini M. Maroger, le but d'un réseau de transport doit être d'unir un centre de consommation à 2 centres de production ayant un régime hydraulique différent. Ainsi Toulouse est reliée aux Pyrénées et au Massif Central, Bordeaux est alimentée par les usines des Pyrénées et de la Dordogne, etc... Or, c'est devenu un lieu commun que de vanter l'équilibre qui règne en France entre des régions si différentes, mais si heureusement complémentaires que l'examen de cette bigarrure donne l'impression d'un tout organisé. Au Nord les usines produisent de l'énergie thermique, aux extrémités et au centre du pays les montagnes abondent en énergie hydraulique. L'harmonieuse répartition et la diversité de ces ressources, d'où résulte le trait caractéristique de notre économie électrique, permettent de dire, avec M. Génissieu, que « la France est le pays par excellence de l'interconnexion ».

Ne pourrait-on cependant objecter que, vu le coût de construction des lignes de transport, l'énergie importée sera grevée de charges telles qu'elle ne pourra concurrencer l'énergie thermique produite dans ces régions ? Il est difficile de répondre. Toutefois, si la distance compte dans le prix de revient, la quantité transportée est un autre élément qui influe en sens inverse sur le prix de revient. Avec l'élévation de la tension, la capacité de transport augmente rapidement et beaucoup plus rapidement que le coût kilométrique de la ligne. C'est pourquoi, malgré les bas prix de ses usines thermiques, Paris a pu être alimentée par les usines du Massif Central. Le tout est de trouver une clientèle assez nombreuse pour que la quantité trans-

portée soit telle que le péage soit peu élevé. D'ailleurs il s'agit beaucoup moins de substituer l'énergie d'origine hydraulique à l'énergie thermique que de pourvoir aux nouveaux besoins des centres de consommations.

Ces considérations excluent donc tous les projets par trop théoriques et obligent les constructeurs à se baser sur les conditions économiques et les possibilités de développement des centres de consommation à desservir. Chaque ligne fera donc l'objet d'études approfondies et de négociations directes entre les producteurs et les distributeurs intéressés, mais ces lignes conçues et réalisées successivement ne sont que les éléments d'un ensemble beaucoup plus vaste qu'est le super-réseau de transport français.

II. — La réalisation du super-réseau de transport.

En 1919, le Gouvernement soumit au Conseil Supérieur des Travaux Publics un programme d'outillage national où, pour la première fois, les questions de force hydraulique étaient évoquées. Le Comité, chargé d'étudier le problème de la distribution d'énergie, conclut à la nécessité de superposer aux initiatives privées un plan général dont il traça lui-même le schéma. A mesure qu'un nouveau chaînon est projeté, l'administration, qui s'est bien gardée de juger en une forme immuable son approbation, s'efforce de faire entrer les projets de l'initiative privée dans le cadre de la conception générale qui n'a point varié.

Le réseau envisagé comprend un certain nombre de lignes à 220.000 volts formant l'ossature essentielle du système dont les mailles doivent être constituées par des lignes à 150.000 volts. C'est ainsi que 5 lignes à 220.000 volts capables de transporter 500.000 kw. et 1 milliard de kwh. convergeront vers Paris :

- une ligne de Kembs sur le Rhin à Troyes et Paris ;
- deux lignes du Sautet (sur le Drac) à Paris ;
- deux lignes de Brommat à Marèges, Eguzon, Orléans et Paris.

Une de ces dernières lignes vient d'être mise en service transportant à Paris l'énergie produite dans le Massif Central. Elle

sera prolongée vers Viviez afin de joindre la ligne Viviez St-Victor en cours de construction.

Mais il est question de créer dans un avenir plus lointain une ligne à 220.000 v. entre Brommat et Lannemezan, afin d'exporter directement vers Paris la production des Pyrénées.

Parmi les autres lignes à 220.000 volts envisagées citons :

- la ligne du Sautet sur le Drac à Marseille ;
- la ligne de Brommat à Marseille ;
- la ligne d'Eguzon à Saumur et Luigné-sur-Loire ;
- la ligne de Pont à Vendin à Roubaix d'une part et à Reims d'autre part.

Les 2000 km. de lignes à 220.000 volts projetées coûteraient 900 millions auxquels il faut ajouter 600 millions pour les 3000 km. de lignes à 150.000 volts envisagées. Toutefois l'importance de ces immobilisations ne doit pas être un très gros obstacle à la réalisation de ces projets, si l'on songe que 30 milliards ont déjà été investis en France pour la construction des usines électriques et des lignes de transport.

Nous ne saurions indiquer ici toutes les lignes à 150.000 volts qui ont été projetées pour compléter ce réseau. Signalons cependant que l'interconnexion de la région Pyrénéenne avec les régions voisines sera bientôt assurée par :

une ligne à 150.000 volts de Bordeaux à Angoulême actuellement en construction. Cette ligne sera prolongée par Cholet jusqu'à Luigné-sur-Loire près d'Angers, où elle sera raccordée à la ligne projetée Eguzon-Saumur Luigné-sur Loire. Ces deux lignes permettraient donc d'apporter à l'Ouest dépourvu de houille blanche l'énergie produite par les Pyrénées, la Dordogne et le Massif Central. Ainsi se trouverait alimentée la région Nantaise grosse consommatrice de charbons anglais ;

— une ligne à 150.000 volts de St-Victor à Bagnols-sur-Cèze, actuellement en construction.

De Bagnols-sur-Cèze partiront deux antennes ;

— l'une vers Marseille où se fera la jonction avec le réseau du Littoral méditerranéen ;

— l'autre, vers l'Isère, qui permettra d'interconnecter les usines des Pyrénées avec celles des Alpes.

Le gros effort fourni pendant ces dernières années pour la construction des lignes de transport nous fait espérer que la

France sera bientôt couverte d'un super-réseau, assurant l'interconnexion des régions productrices et des régions consommatrices d'énergie électrique. Le xix^e siècle a été le siècle du réseau ferré, le xx^e siècle doit être celui du réseau électrique. Mais si les chemins de fer ont été conçus pour rayonner de Paris vers les provinces, si on peut leur reprocher d'avoir ainsi contribué à déséquilibrer la France, le réseau électrique doit être essentiellement un réseau d'équilibre : car il peut faire bénéficier chaque région des richesses des autres, il peut contribuer à répartir la production industrielle sur tout le territoire, à l'affranchir du voisinage de la mine et de la grande ville, à faire cesser, enfin, ces congestions locales dont l'invasion a montré le terrible danger.

Non seulement on peut se figurer déjà aisément ce que sera dans l'avenir la carte électrique de la France, mais on peut aussi concevoir la création d'Unions des Producteurs dans les Alpes, le Massif Central, etc... semblables à l'U. P. E. P. O. On peut prévoir ensuite des ententes entre ces groupements afin de procéder à tous échanges d'énergie utiles. Enfin, on peut espérer la création d'une Union nationale de tous les producteurs d'énergie électrique qui formerait le sommet de l'édifice et, à l'aide de quelques répartiteurs situés dans les principales régions de production, réglerait la production et le transport de l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire national.

CONCLUSION

Les conséquences de l'électrification sur la vie économique de la région Pyrénéenne.

C'est à sa pauvreté en charbon et à son éloignement des centres houillers que la région pyrénéenne a dû, en grande partie, sa lenteur économique. Mais, aujourd'hui, elle possède en abondance la houille blanche, produite et diffusée grâce aux remarquables installations que nous venons d'étudier.

La région pyrénéenne manquait de voies de communications : les efforts d'électrification de la Compagnie du Midi ont doté les grandes lignes de chemin de fer rapides et perfection-

nés et ont amélioré l'exploitation des lignes de montagnes, tandis que la construction des transpyrénéens facilitait les relations avec l'Espagne et intensifiait les échanges entre les deux pays. Quant aux petits pays demeurés jusqu'ici isolés du mouvement économique général, la réorganisation des chemins de fer d'intérêt local, la mise en service de « Paulines » et l'entraide qui doit exister entre le rail et la route leur assureront le moyen de tirer parti de leurs ressources naturelles. Reste évidemment la question des canaux dont l'insuffisance est manifeste. Le problème pourrait être résolu par la construction du canal des 2 Mers, qui aurait des conséquences incalculables sur toute la vie économique du Sud-Ouest.

Une autre cause essentielle de la décadence de la région pyrénéenne résidait dans les mauvaises conditions de vie des populations rurales, dans l'infériorité économique du travail agricole, dans les faibles rendements de la propriété paysanne. Nous avons vu que d'ici peu d'années toutes les fermes auront à leur disposition cette force merveilleuse qu'est l'électricité : par l'amélioration des conditions d'existence des agriculteurs, par la possibilité de suppléer à une main-d'œuvre déficitaire, par la facilité donnée à l'irrigation, l'énergie électrique doit être le facteur de la renaissance rurale dont on peut déjà apercevoir les signes précurseurs.

Beaucoup plus rapide aura été le développement industriel de cette région essentiellement agricole. Ce mouvement provoqué par les nécessités de la défense nationale devait subsister, malgré certains déboires, car l'industrie avait désormais avec la houille blanche une force inépuisable et toujours à sa disposition. Et c'est ainsi que naquit cette dualité d'industries qui caractérisent la région pyrénéenne. A côté de cette infinité fort ancienne de petites et moyennes entreprises nées des nécessités et des possibilités locales, se constituèrent ces industries nouvelles nées de l'hydroélectricité. L'introduction massive de la grande industrie est due, en effet, à la création de toutes pièces du groupe imposant des industries électrométallurgiques et électrochimiques, qui connurent un rapide et remarquable développement, car elles trouvèrent dans les Pyrénées, riches en mines de toutes sortes un terrain d'élection. Encore mal connues et peu exploitées ces mines peuvent fournir du fer dans

l'Ariège, les Pyrénées Orientales et les Basses-Pyrénées et renferment des minerais de plomb, de zinc, de manganèse, des pyrites, etc..., répartis tout le long de la chaîne. Si nous y ajoutons les ressources des carrières et des forêts, nous voyons que les Pyrénées sont loin d'avoir livré toutes leurs richesses et que les industries électrochimiques et électrométallurgiques y sont assurées d'un brillant avenir

Mais ce mouvement d'industrialisation s'est aussi manifesté par la création ou l'extension d'industries de toutes sortes, comme les constructions électriques et mécaniques à Tarbes et à Bagnères de Bigorre, les industries textiles à Lavelanet, à Castres, à Montrejeau, le délainage à Mazamet, les industries du peigne dans la vallée de l'Hers ou du talc à Luzenac, etc..., Il n'est pas jusqu'aux plus traditionnelles industries régionales qui n'aient ressenti les bienfaits de la concentration et n'ai recherché à rompre avec le cadre trop étroit de leurs opérations, par exemple les papeteries, les manufactures de meubles, les fabriques de chaussures et de sandales, les tuileries, les vanneries, etc., etc... C'est pourquoi M. Cavaillès pouvait dire avec juste raison : « L'industrie qui avait au cours du xix^e siècle déserté la montagne pyrénéenne est en train de s'y réinstaller ».

Une troisième forme d'activité de la région pyrénéenne doit aussi participer à cette renaissance économique : ce sont les industries thermales et touristiques. On connaît depuis fort longtemps l'extraordinaire richesse thermo-minérale des Pyrénées, mais, à part quelques stations universellement réputées, les stations pyrénéennes ont souffert de l'insuffisance de leurs installations et du manque de publicité. Il ne s'est point trouvé d'homme d'affaires, ni de capitaux, pour lancer ces stations, parce que les hommes d'affaires et les capitaux dédaignaient les Pyrénées. Ces conditions ont changé et un mouvement très net se dessine dans le sens d'une exploitation plus active et plus moderne. Si l'évolution industrielle doit profiter surtout à la lisière pyrénéenne, la montagne doit bénéficier de l'exploitation de ses sources et du magnifique avenir du tourisme dans les Pyrénées. Le gros effort fourni pendant ces dernières années pour améliorer les communications routières ou ferroviaires, et les conditions de l'industrie hôtelière ont donné aux stations

hivernales aussi bien qu'aux stations estivales une vogue sans cesse accrue. Qui ne connaît désormais les stations de Superbagnères, Font Romeu, Ax les-Thermes etc., ou les admirables plages de la côte basque.

L'expansion économique des Pyrénées sous ces trois formes : agricole, industrielle et touristique, demande des capitaux et des hommes. Les industries hydro-électriques ont largement fait appel aux capitaux venus de l'extérieur et continueront dans cette voie. Mais les capitaux régionaux, qui jusqu'ici recherchaient des placements lointains, trouveront aussi désormais à s'employer sur place et les banques régionales, qui ont déjà à leur actif quelques belles réussites industrielles, pourront avoir une influence primordiale sur la mise en valeur des richesses pyrénéennes. Ce qui est vrai des capitaux, l'est aussi des hommes : les Pyrénées, qui se flattent d'avoir produit de grands soldats, comme Foch, Joffre, Galliéni,... et de grands administrateurs, ont su attirer ou garder les hommes d'action dont nous avons déjà signalé l'audace et la réussite dans l'aménagement des chutes d'eau pyrénéennes.

Quel est donc l'avenir économique des Pyrénées ? « Des possibilités de développement inconnues jusqu'à ce jour ; la possession des plus grandes forces qui portent l'industrie humaine ; un bouillonnement d'énergies pour s'adapter à la production moderne ; des audaces d'invention ; une élite généreuse et passionnée de vie régionale et professionnelle ; et, par contre, les survivances d'un long retard historique, une formation agricole ancienne, des activités industrielles dispersées, un individualisme tenace, une vieille croyance superstitieuse en l'Etat, et par dessus tout l'appauvrissement continu de la race ; toutes ces tendances se mêlent et se contrarient à ce moment décisif de l'évolution de la région pyrénéenne ». (1).

De ces deux courants, un seul subsistera, celui du progrès qui, aidé par la mentalité nouvelle de l'élite, vaincra peu à peu les obstacles que nous venons de signaler. L'électrification aura donc eu pour conséquence de transformer les conditions de la

(1) Le Sud-Ouest : une région française par H. Lagardelle,

vie économique d'une région, riche en ressources matérielles et en valeurs humaines, qui, grâce à elle, doit prendre conscience de sa puissance latente. C'est donc avec confiance qu'on peut envisager l'avenir économique de la région pyrénéenne.

Vu, le Doyen,
BERTHÉLEMY.

Vu, le Président de thèse,
WILLIAM OUALID.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLÉTY,

A) RESEAUX CONCÉDÉS

Concessionnaires	Tension	Lignes	Longueur	
			Actuelle	Totale
Compagnie du Midi..	150.000 v. 60.000 v.	Voir chap. III, 2 ^e part. » » » » »		853 1.268
Société des Forces Motrices de la Val- lée d'Aspe.....	60.000 v.	Forges d'Abel Laruns et Forges d'Abel, Oloron, Bayonne.. Oléron, Nérac, Agen.	251 171	422
S. F. M. du Béarn...	60.000 v.	Accous, Eygun-Les- cun-Asasp	43	43
Société Penarroya...	60.000 v.	St-Lary, Lannemezan (Midi)	35,5	35,5
Société des Produits Azotés.....	60.000 v.	Tramezaygues - Lou- denvielle-Lanneme- zan (Midi)....	45	45
Compagnie d'électri- cité Industrielle...	10.000 v. 60.000 v.	Pique Sup. et Inf.-Lu- chon..... Luchon-Marignac ...	13,4 30,6	44
Société Hydroélectri- que de la Cère....	60 000 v.	Valentine-Boussens.. Esterre - Luz - Pierre- fitte.....	27 24,8	51,8
C ^{ie} Alais-Froges-Ca- margue	60.000 v.	Auzat-Sabart-Ussat..	32	32
Société d'Electricité du Tarn	60.000 v.	Portet-Pelissier Castelnau-Lexos....	86 29,8	115,8
O. N. I. A	60.000 v.	Portet-Braqueville...	6	6
Société Pyrénéenne d'énergie électrique	60.000 v. 50.000 v.	Portet-Braqueville .. Luzières-Courniou...	6 104	110
Ville de Toulouse ...	60.000 v.	Ramier-Braqueville..	6,2	6,2
Energie électrique du Rouergue	60.000 v.	Le Truel - Pinet - Bè- ziers	217 36	270
La Vieille Montagne .	60.000 v.	Tournadous-Madières Lentin-Thuriès.....	17	135,4
C ^{ie} Générale Indus- trielle.....	60.000 v.	Thuriès-Viviez... ..	135,4	4,5
Industrie électrique Ecoiffier.....	30.000 v.	Carmaux-Lentin.....	4,5	96
S. H. E. des Basses- Pyrénées.....	60.000 v.	La Llau-Perpignan ..	96	50
S. F. M. d'Arrens...	60.000 v.	Mouguerre-Dax	50	14
U. P. E. P. O.	60.000 v.	Argelès-Arrens.....	14	30
C ^{ie} du Bourbonnais...	60.000 v.	Labouheyre-Mimizan.	30	10
En. El. de la Haute- Garonne	60.000 v.	Mouguerre - La Né- gresse	10	7
S. F. M. de l'Agout..	60.000 v.	Pointis-Valentine....	7	47
		Courniau-Béziers....	47	3.696,2
		Total général		

B) RÉSEAUX EN COURS DE CONCESSION
(en construction ou partiellement en service)

Concessionnaires	Tension	Lignes	Longueur	
			Actuelle	Totale
Société Penarroya...	60.000 v.	Mouguerre - Blancpi- gnon.....	18	18
G. E. I.....	150.000 v.	Portillon - Lanneme- zan.....	51	51
S. H. E. de la Cère.	60.000 v.	Portet - Montauban - Agen.....	180	332
	90.000 v.	Montauban-Laval de Cère.....	152	
S. H. E. M.....	60.000 v.	Latour-de-Carol-Vil- lefranche.....	47	47
S. T. E. Rouergue - Auvergne.....	150.000 v.	Saint-Victor-Viviez..	100	100
Total.....				548

BIBLIOGRAPHIE

1° Ouvrages généraux :

Annuaire de la Chambre syndicale des Forces Hydrauliques, de l'électrochimie et de l'électrométallurgie, 7, rue de Madrid.

Annuaire de la Houille blanche française et des forces hydrauliques, 1930 à 1932, 12, place de Laborde.

Annuaire de l'union des syndicats de l'électricité 1930 à 1932, 54, avenue Marceau.

Bulletin de la chambre syndicale des Forces Hydrauliques en particulier, « Rapports au Conseil d'administration » en 1931 et 1932.

1^{er} Congrès de la Houille blanche, Grenoble, 1902.

2^e Congrès de la Houille blanche, Lyon, 1914.

3^e Congrès de la Houille blanche, Grenoble, 1925, en particulier Rapports de MM. Duval, Mestre et Parodi.

Congrès de Bordeaux (17-22 juin 1922) sur l'Aménagement Hydraulique de la région du Sud-Ouest. Rapports de MM. Bachellet, Cavaillès, Maroger, Sourisseau et Willemin.

2^e Congrès de l'Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique, Paris, 1928. Rapport de Maroger : « L'utilisation des grands réseaux de transports : l'U. P. E. P. O. »

Liste des principales usines Hydrauliques en service, en construction ou en projet au 1^{er} janvier 1924.

Rapports sur les opérations faites par la Caisse nationale de Crédit agricole pendant les années 1927 à 1932. Ministère de l'Agriculture.

Statistiques de la production et de la distribution de l'énergie électrique en France au 1^{er} janvier 1928-1929-1930-1931-1932. Ministère des Travaux Publics.

2^o Ouvrages :

AILLERET. — « Législation des distributions d'énergie électrique et des Forces Hydrauliques » 1930. Ecole Spéciale des Travaux Publics, rue Thénard, Paris.

BARUT (V). — « L'industrie de l'électrochimie en France ». *Thèse Paris*, 1924.

BLANCHARD (R). — « Les forces Hydro-électriques pendant la guerre ». Publications de la Dotation Carnégie pour la paix internationale. Les presses universitaires de France.

BOILEAU (Ch.). — « L'électrification générale du territoire ». Librairies Béranger, éditeur, 13, rue des Saints-Pères, Paris.

CAVAILLES (H.). — « La Houille blanche », 1929. Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, Paris.

DOREAU (J.). — « L'état et les Collectivités », 1928. Editions Bossuet, 47, rue de la Gaité, Paris.

DURAND-DASTES (J.). — « Le Nouveau statut légal des Forces Hydrauliques françaises », 1920 Imprimerie Lescamela, 10, rue de Gonnès, Tarbes.

GALLAND (P). — « Des usines hydroélectriques alimentant les entreprises déclarées d'utilité publique ». *Thèse Paris*, 1930.

GRENET (R.). — « L'électrification des chemins de fer français ». *Thèse Paris*, 1926.

HUGON (P.). — « De l'étatisme industriel en France et des offices nationaux en particulier », 1930. Librairie Sirey, 22, rue Soufflot, Paris.

HUGONNENC (R.). — « La Compagnie d'électricité industrielle ». *Thèse Paris*, 1929.

LAGARDELLE (H.). — « Sud-Ouest. Une région française » 1929. Librairie Valois, 7, place du Panthéon, Paris.

PACORET (E). — « L'électrification industrielle et rurale de la France ». Librairie de la vie technique et industrielle, 14, rue Seguin, Paris.

PAWLOWSKI (A.). — « La houille blanche française » 1922. Imprimerie spéciale de l'Information, 7, rue Cadet, Paris.

RAUBER et LABORDE. — « Coup d'œil sur la production de l'énergie électrique en France », 1928. Edité par la *Revue Industrielle*, 3, rue de Messine, Paris.

RENAUD (A.). — « Les entreprises et les collectivités ». *Thèse Bordeaux* 1931. Imprimerie de l'Université, 3, place Saint-Cristoly, Bordeaux.

DE ROUSIERS (P.) — « Les grandes industries modernes », t. I, 1924. Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, Paris.

SENS. — Les Forces Hydrauliques des Pyrénées. *Thèse Paris*, 1926.

SORRE. — « Les Pyrénées », 1928. Librairie Armand Colin.

SYLVESTRE (V.). La houille blanche, 1925. Editions Rey, Grenoble.

3^e Revues

Annales de Géographie

1919. CAVAILLES : La houille blanche dans les Pyrénées Françaises.

Bulletin de la Société Française des électriciens.

Septembre 1930. FALLOO : L'état actuel du problème de l'interconnexion des réseaux.

Europe Nouvelle

— 17 mars 1928 : La production, la distribution et le transport de l'énergie électrique, par H. CAHEN.

— 5 novembre 1932 : L'électrification des chemins de fer français, par NATHAN.

La France économique en 1929-1930-1931

— POTUT : les industries électriques.

— MICANEL : les industries de la Houille blanche.

Le Génie civil

— 21 septembre 1918 : Aménagement des chutes d'eau dans les Pyrénées pour la traction électrique des chemins de fer du Midi.

— 5 décembre 1919-octobre 1918 : TRIBOT-LASPIERRE : Comment s'est fait l'aménagement des chutes d'eau en France.

— 25 août et 1^{er} septembre 1923 : COQUET : L'électrification des chemins de fer du Midi.

— 30 juillet et 6 août 1927 : LEDOUX : L'électrification des chemins de fer du Midi.

Information : Numéro spécial de mai 1930 « L'électricité » articles de MM. GÉNISSIEU, MARLIO, TOCHON et ULRICH.

Ingénieur-Constructeur : 1926 à 1931. Divers articles de M. MASSONNEAU.

Le Journal des Domaines : Numéro spécial 1927.

A. CALVET : L'électrification des campagnes. Moyens techniques et financiers de réalisation.

Le Journal du Four électrique

— Décembre 1929 : SEVIN : Les installations hydroélectriques des Pyrénées.

Janvier et février 1920 : SEVIN : Les industries électrochimiques et électrométallurgiques dans les Pyrénées.

La Journée industrielle du 29 avril 1930 : Les grands travaux des chemins de fer français.

La Région économique de Toulouse et des Pyrénées

— Bulletin officiel du groupement officiel des Chambres de Commerce de la IX^e Région économique.

— Secrétariat Général : Hôtel de la Chambre de Commerce, Toulouse.

— Toute la Collection et en particulier les numéros de 1931-1932.

Revue de Géographie alpine : Fascicule I, 1932.

G. JORRE : La distribution de l'énergie électrique pyrénéenne dans la région toulousaine.

Revue économique internationale.

— Octobre-décembre 1928 : A. PAWLOWSKI : L'industrie électrique en France.

— Octobre-décembre 1928 : J. COTTEREAU : « L'interconnexion des réseaux en France.

Revue générale de l'électricité

— 3, 10, 17, 24 et 30 juillet 1920 : EYDOUX et LEBOUCHER : « L'usine hydroélectrique d'Eget et ses installations à 120.000 volts ».

— Décembre 1922 : PARODI : « Electrification générale du territoire et interconnexion des réseaux.

— 24 mars 1923 : DUVAL et LAVANCHY : « Compensation des énergies hydrauliques des Alpes, du Plateau Central et des Pyrénées ».

— 10 janvier 1925 : GIRAN : « Les industries électrochimiques et électrométallurgiques dans les Pyrénées ».

— 16 octobre 1925 : ARBELOT : « Relations économiques entre l'énergie hydraulique et l'énergie thermique ».

— 25 décembre 1926 : PARODI : « L'électrification des chemins de fer français ». Rapport à la Conférence mondiale de l'énergie.

Revue générale des chemins de fer et tramways

Numéros de mars, mai, juin, juillet et août 1923 : LEBOUCHER-LEDoux : « L'électrification des chemins de fer du Midi ».

Revue industrielle

— Septembre-octobre 1931 : LACAZE : « Une organisation moderne de répartition de l'énergie : l'U. P. E. P. O. ».

— Janvier 1932 : LACAZE : « Un four de 12.500 kva. en France »

Revue politique et parlementaire

10 février 1926 : A. CRAMOIS : « L'électrification des campagnes ».

Revue scientifique : Numéro spécial 1925. G. TOCHON : « L'énergie hydraulique. Le problème financier ».

Science et industrie : 1930 à 1932 divers articles.

Sud-Ouest économique, 6, place Saint-Christoly, Bordeaux.

Toute la collection et en particulier :

les numéros de février 1928 : la houille blanche ;

— mars 1929 : Toulouse et sa région ;

— avril 1930 : Les Pyrénées.

L'usine

18 décembre 1931 : L. MARLIO : « L'industrie électrique ».

4° Divers :

Documents sur Toulouse et sa région. JUFFONT : « La houille blanche dans les Pyrénées », 1910. Imprimerie Edouard Privat, Toulouse.

Etude sur la consommation et sur la tarification de l'énergie électrique dans le Sud-Ouest, par M. Ch. CRESCENT, 1932.

Monographies sur diverses Sociétés hydroélectriques des Pyrénées et sur l'U. P. E. P. O. (juillet 1928).

Office régional de l'énergie électrique : rapports et discussions 1931-1932

Rapports de M. L. TARDY au Conseil National économique 1930 : « L'électrification des campagnes ».

Rapports de M. PARODI au Comité National Français 1930 « Le développement de l'électrification des chemins de fer ».

Rapport de M. MESTRE au Comité d'Action économique de la 17^e région militaire : 14 mai 1920.

Rapport de M. P. TIRARD à l'Assemblée générale des actionnaires de la Compagnie du Midi : 28 avril 1930.

*
* *

Documentation fournie directement par le Ministère des Travaux Publics, le Service du Génie Rural, le service des Forces Hydrauliques du Sud-Ouest, la Compagnie du Midi et toutes les principales sociétés hydroélectriques, électrochimiques ou électrométallurgiques de la région pyrénéenne.

TABLE DES MATIÈRES

L'ÉLECTRIFICATION DE LA RÉGION PYRÉNÉENNE

**La situation économique de la Région pyrénéenne
avant la découverte de la houille blanche**

PREMIÈRE PARTIE

La production d'énergie électrique dans la région pyrénéenne

CHAPITRE PREMIER

Comment s'est effectué l'aménagement des chutes d'eau pyrénéennes

Conditions économiques défavorables.....	12
SECTION I. — <i>Avant la guerre :</i>	
I. — Premières usines hydrauliques.....	13
II. — Répartition géographique des usines pyrénéennes.	16
SECTION II. — <i>Pendant la guerre :</i>	
I. — Utilisation des anciennes usines	20
II. — Création de nouvelles usines.....	20
JAULETTY	45

SECTION III. — *Depuis la guerre :*

I. — La législation des chutes d'eau.....	24
II. — Le service des Forces hydrauliques du Sud-Ouest.....	26
III. — Les plans d'aménagement des vallées.....	27
Les conséquences de cette réglementation	29

CHAPITRE II

La situation actuelle de l'aménagement des chutes d'eau pyrénéennes

Difficultés d'un tel inventaire : choix d'une unité puissance représentative de la puissance des usines.....	30
--	----

SECTION I. — *Les Pyrénées Orientales :*

I. — Bassin du Tech.....	32
II. — Bassin de la Tet	32
III. — Bassin de l'Aude.....	34
IV. — Bassin de l'Ariège.....	35

SECTION II. — *Les Pyrénées Centrales :*

I. — Bassin du Salat.....	38
II. — Bassin de la Garonne.....	39
III. — Bassin de la Pique.....	43
IV. — Bassin de la Neste	47
V. — Bassin de l'Adour.....	51
VI. — Bassin du Gave de Pau	53
VII. — Bassin du Gave d'Oloron	58

SECTION III. — *Les Pyrénées Occidentales :*

I. — Bassin du Saison	66
II. — Bassin de la Nive	67

CONCLUSION. — <i>La politique à suivre en matière d'aménagement de chutes d'eau.....</i>	69
--	----

DEUXIÈME PARTIE

La consommation d'énergie électrique dans la région pyrénéenne

CHAPITRE PREMIER

L'électrification des campagnes

SECTION I. — *Les difficultés de l'Electrification :*

I. — Difficultés techniques	77
II. — Difficultés administratives.....	77
III. — Difficultés financières	79
Résultats obtenus.....	83

SECTION II. — *Le problème de l'électrification dans la région pyrénéenne :*

I. — Département des Pyrénées Orientales	87
II. — Département de l'Aude	87
III. — Département de l'Ariège.....	88
IV. — Département de la Haute-Garonne	89
V. — Département des Hautes-Pyrénées	90
VI. — Département du Gers.....	91
VII. — Département des Landes.....	91
VIII. — Département des Basses-Pyrénées.....	92

CONCLUSION. — *Les conséquences de l'électrification des cam- pagnes :*

Utilisations : lumière, chaleur, froid, force motrice	93
Conséquences au point de vue social.....	96

CHAPITRE II

L'électrochimie et l'électrométallurgie

La naissance de ces industries. L'influence de la guerre. La crise de 1921. La période de prospérité.....	98
--	----

SECTION I. — *L'électrochimie :*

I. — Le carbure de calcium :	99
II. — La cyanamide	100

III. — L'acide phosphorique et le phosphate d'ammonia-	
que	101
IV. — L'ammoniaque et le nitrate de chaux	101
V. — Les engrais de l'O. N. I. A.....	102
Avenir de l'électrochimie	104

SECTION II. — L'électrométallurgie :

I. — L'aluminium.....	107
II. — Les ferro-alliages	107
III. — L'acier électrique	109
Avenir de l'électrométallurgie	109

CONCLUSION :

L'électrochimie et l'électrométallurgie gros consommateurs d'énergie électrique et utilisateurs du courant de déchets.	111
---	-----

CHAPITRE III

L'électrification des chemins de fer du Midi

SECTION I. — Avantages de l'électrification :

I. — Au point de vue économique et financier.....	115
II. — Au point de vue technique.....	118
III. — Au point de vue des usagers.....	119

SECTION II. — L'électrification des voies ferrées :

I. — Premiers essais.....	120
II. — Le programme de 1920	123
III. — Les transpyrénéens	125
IV. — Derniers travaux.....	128
V. — Les sociétés filiales.....	129

SECTION III. — L'alimentation en énergie des voies électri-
fiées :

I. — Choix d'un système	131
II. — Construction des usines	132
III. — Production et consommation d'énergie.....	134
IV. — La dernière évolution de la compagnie du midi : la création de la SHEM.....	136

CONCLUSIONS :

Importance de l'œuvre réalisée par la Compagnie du Midi.	137
Conséquences de l'électrification des chemins de fer.....	138
Son avenir : difficultés financières.....	138

CHAPITRE IV

L'extension de la consommation d'électricité

Statistiques de l'utilisation et de la consommation de l'énergie électrique.....	140
--	-----

SECTION I. — La création de nouveaux débouchés :

— Utilisations agricoles	143
— Utilisations domestiques.....	144
— Utilisations industrielles	145
— Projets	146

SECTION II. — L'office régional de l'énergie électrique et le problème des prix :

— La création de l'Office régional de l'énergie électrique..	148
— La formation du prix de l'énergie.....	149
— Les différents modes de tarification	153
— La tarification projetée par l'Office régional de l'énergie électrique.....	154

SECTION III. — La création d'un service de propagande :

— Le train exposition de la Compagnie du Midi	156
— L'initiative de l'Office régional de l'énergie électrique ..	156

L'extension de la consommation d'électricité est possible ; elle est aussi indispensable	157
--	-----

TROISIÈME PARTIE

Le transport de l'énergie

CHAPITRE PREMIER

Les lignes de transport

SECTION I. — *Les difficultés d'établissement des lignes de transport :*

I. — Difficultés d'ordre administratif	162
II. — Difficultés d'ordre financier	163
L'aide de l'Etat	163

SECTION II. — *Le réseau de la Compagnie du Midi et des Sociétés d'électricité :*

I. — Le réseau à 150.000 volts de la Compagnie du Midi.	167
II. — Le réseau à 60.000 volts de la Compagnie du Midi.	169
III. — Les lignes de transport des Sociétés d'électricité.	172

SECTION III. — *L'interconnexion :*

I. — Définition de l'interconnexion	174
II. — L'interconnexion des centrales hydrauliques	175
III. — L'interconnexion des centrales hydrauliques et des centrales thermiques	176

CHAPITRE II

L'union des producteurs d'électricité des Pyrénées Occidentales

La situation de l'industrie électrique au lendemain de la guerre. 179

SECTION I. — *La création de l'U. P. E. P. O. :*

I. — La constitution de l'U. P. E. P. O.	181
II. — Le pacte social	184
III. — Le contrat avec la Compagnie du Midi	186

SECTION II. — *Le rôle technique de l'U. P. E. P. O. :*

I. — Schéma	187
II. — Programme d'utilisation des eaux	188
III. — Répartition	190

SECTION III. — *Le rôle commercial de l'U. P. E. P. O. :*

I. — Comptoir de vente	191
II. — Recherche des débouchés	193

SECTION IV. — *Les résultats obtenus :*

I. — Accroissement de la production	196
II. — Meilleure utilisation du lac	198
III. — Mécanisme du glissement	200

CONCLUSION :

Nouveau problème : la création d'un super-réseau de transport ..	201
--	-----

CHAPITRE III

L'interconnexion générale de la France

SECTION I. — *Les conséquences de l'interconnexion des Alpes, du Massif central et des Pyrénées :*

I. — Les variations saisonnières du débit des cours d'eau	204
II. — La compensation des énergies	206

SECTION II. — *La création d'un super-réseau de transport :*

I. — Circonstances géographiques favorables	208
II. — La réalisation du super-réseau de transport : le plan général d'interconnexion	209

CONCLUSION :

L'Union nationale des producteurs d'énergie électrique ...	211
--	-----

CONCLUSION GÉNÉRALE : <i>Les conséquences de l'électrification sur la vie économique de la région pyrénéenne</i>	211
--	-----

1933. -- Imprimerie *Les Presses Modernes*, 45, rue de Maubeuge, Paris
